ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MAI 1944.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES MAURAIN.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice nécrologique sur MATHIEU LECLERC DU SABLON (1859-1944),
par M. **LOUIS BLARINGHEM**.

ALBERT-MATHIEU LECLERC DU SABLON, Correspondant de l'Académie des Sciences pour la Section de Botanique, est mort le 18 mars 1944 à Venéjan, dans le Gard, dans la région même où il vécut ses premières années. Né à Bagnols-sur-Cèze le 25 mars 1859, brillant élève de l'École Normale supérieure où il fut Agrégé préparateur en 1883, il quitta le Muséum d'Histoire naturelle pour Toulouse où il fut successivement Chargé du Cours de Botanique à la Faculté des Sciences (1890), Professeur titulaire (1891) et bientôt Doyen (1893), réélu en 1896, 1899 et 1902. C'est dire que notre Confrère, gendre de Philippe Van Tieghem, conserva dans sa longue carrière une prédilection marquée pour l'enseignement dans la région même où il avait passé son enfance.

Leclerc du Sablon s'est attaché, en effet, à développer magistralement dans son Cours toutes les parties de la Botanique après avoir, en qualité d'aide naturaliste au Muséum (1887-1890), profité largement des richesses vivantes et des Herbiers de cet Établissement. A Toulouse, il se plaît aux herborisations dans un rayon étendu, dans les petites Pyrénées ou dans la Montagne Noire, voire même aux environs de Carcassonne; il complète l'Herbier de la Faculté renfermant environ 35000 espèces représentées par des échantillons de diverses localités. Pendant son décanat il obtient de la Ville de Toulouse, dans le Jardin des Plantes, le terrain nécessaire à la construction d'un bâtiment destiné à la Physique et à la Botanique, et ces acquisitions sont largement utilisées par notre Collègue pour la formation des étudiants et pour les recherches personnelles. Le titre même du Cours de Botanique rédigé par Gaston Bonnier et Leclerc du Sablon (1901-1905) : *Anatomie; Physiologie; Classification; Applications agricoles industrielles, médicales; Morphologie expérimentale; Géographie botanique; Paléontologie; Historique*, fait deviner l'immense effort coordonné de ces deux grands maîtres de la Science française dont nous avons largement profité à nos débuts et qui a provoqué, à Toulouse même, une suite

de travaux originaux, dans tous les domaines des sciences naturelles, développés à l'Institut agricole, à l'Institut forestier pour l'étude largement esquissée actuellement de la vie des plantes dans la région pyrénéenne. Une bonne part des résultats acquis sont la suite normale de la variété des recherches originales poursuivies avec une large intelligence et sur place par Leclerc du Sablon.

La Thèse de Doctorat (1884), *Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec*, montre une relation constante entre la nature des mouvements observés et la structure des organes; c'est dans la couche lignifiée, morte par conséquent, qu'il faut chercher la cause de la déhiscence même pour les fruits ruptiles dont les parois, s'ouvrant brusquement, font entendre un bruit assez fort. La même année une Note aux *Comptes rendus* traduit la même constatation pour l'ouverture des anthères libérant le pollen, et toutes les particularités s'expliquent par la disposition spéciale des bandes lignifiées : « L'examen anatomique de l'assise mécanique d'une anthère non encore ouverte permet de prévoir avec certitude la forme que prendra l'anthère après la déhiscence. »

Poursuivant ces recherches pour les sporanges des Fougères, des Mousses, enfin des Hépatiques, Leclerc du Sablon constate de grandes analogies dans toutes ces réactions indispensables à la propagation des germes et des espèces. Et l'altération est possible dans quelques cas particuliers, celui de la Violette commune (*Viola odorata* L.) par exemple. Les fleurs de la Violette odorante ne donnent pas de fruits; lorsque la floraison paraît terminée, quelques boutons rudimentaires, incolores, fournissent des capsules nées de fleurs non épanouies, *cleistogames*, où Leclerc du Sablon constate la réduction de taille des anthères, la réduction en nombre des sacs polliniques et l'absence d'ornements cellulaires lignifiés; les sacs polliniques ne s'ouvrent pas, mais les grains de pollen germent sur place; leurs tubes arrivent au contact du style, très court ici, et pénètrent directement jusqu'aux ovules; la non-déhiscence de l'anthère est compensée par la réduction en longueur du tissu conducteur. Même ingéniosité dans l'analyse des mouvements des vrilles des Passiflores, des Clématites, de la Vigne; c'est la turgescence des cellules et non l'inégalité de croissance qui joue le rôle principal; chez les Cucurbitacées la sensibilité est liée à des files de cellules minces très allongées; l'anatomie des vrilles indique sans hésitation possible le siège de la sensibilité et la nature de la réaction, variable avec l'âge. C'est dans cette coordination des phénomènes qu'excelle le talent de Leclerc du Sablon; application de la physique expérimentale à l'analyse des tissus; suivant les traces de Dutrochet, il prépare les remarquables découvertes du botaniste physicien Henri Devaux.

L'anatomie constitue d'ailleurs l'essentiel de l'Œuvre scientifique de Leclerc du Sablon; les suçoirs des plantes parasites, Rhinanthées et Santalacées, ne sont pas des radicelles mais des excroissances, des émergences de la racine, adaptées au rôle d'organes d'absorption parasitaire; les lianes comme la Glycine

(*Wistaria sinensis*) ont des assises libéro-ligneuses surnuméraires en arcs, interrompues aux points de contact avec le support, ce qui facilite l'enroulement. La formation des tiges de Fougères, qui fait l'objet d'un Mémoire important (1890), aboutit à une conclusion, entrevue dans la théorie du faisceau de C. Bertrand, mais précisée ici avec présomption de filiation : « Les structures plus ou moins complexes que présentent les tiges adultes des diverses Filicinées reproduisent les stades successifs que parcourt, dans son développement, la tige de *Pteris aquilina*, par exemple. » Les tubercules souterrains profonds des Prêles, les tubercules mi-tige mi-racine du *Tamus*, ceux de quelques Orchidées (1897) sont l'objet d'analyses importantes tant au point de vue de la structure anormale qu'à celui de la physiologie même de ces organes.

Et en effet, c'est surtout dans le domaine de la Physiologie végétale que Leclerc du Sablon a orienté ses élèves. Lui-même a fourni, sur les réserves oléagineuses des graines, des travaux très suggestifs qui dominent encore aujourd'hui les opérations en vue de l'extraction des matières grasses : l'huile des graines germant se transforme en sucres; les albumens gélatineux (*Sophora*, *Gleditschia*) ne donnent guère de glucose, mais des celluloses gélifiées assimilables par la jeune plante; l'albumen corné du Dattier est digéré au seul contact du cotylédon, où il fournit le saccharose, et cette relation immédiate paraît être la caractéristique essentielle de l'évolution des organes de réserves des plantes vivaces et des arbres. Parmi ceux-ci furent étudiés, de 40 à 40 jours pendant une année, Poirier, Cognassier, Châtaignier, Framboisier, Fusain d'Europe et Fusain du Japon, Saule, Chêne, Mélèze, Pin d'Autriche (1903-1908), et parallèlement les réserves des fruits des Cucurbitacées, où la maturation est caractérisée par une autodigestion. Il faut citer les Notes et Mémoires sur les différentes formes de Figues, sur la parthénogénèse du Figuier de Smyrne, sur l'albumen du Caprifiguier et sur la caprification.

Plus récemment (1912) une étude sur la Chlorovaporisation et le mouvement de l'eau dans les plantes a mis en question le rôle de la chlorophylle. Chez les feuilles panachées dépourvues de chlorophylle, l'accroissement de transpiration sous l'influence de la radiation solaire se produit exactement avec le même rythme que chez les feuilles vertes des plantes de même espèce, ce travail suivant de près une belle étude sur l'ascension de la sève (1910). Toutes ces recherches ont été résumées dans des Notes présentées à l'Académie.

Leclerc du Sablon fut élu Correspondant pour la Section de Botanique le 9 février 1920, en remplacement du Professeur William Farlow, dont je fus l'hôte à l'Université Harvard. Vers la même époque, la Section reconnut les mérites de Sauvageau, Chodat, Massart, Jumelle, dont les botanistes de ma génération ont largement tiré bénéfice. Il me plaît de signaler que Leclerc du Sablon fut un digne représentant de la *Botanique et Physique végétale*, titre de la Section de 1795 à 1803 et qui pourrait être repris avec avantage.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Problèmes liés à des métriques variationnelles.* Note de MM. **Georges Bouligand** et **Gustave Choquet**.

Sur une variété V_3 à structure micro-affine, repérable par divers systèmes de coordonnées curvilignes (x, y, z), on assigne à tout élément d'arc la mesure $F(M, dM)$ ou $F(x, y, z; dx, dy, dz)$, sans postuler au départ la convexité de l'*indicatrice* $F(x, y, z, X, Y, Z) = 1$, ni lier à F de connexion euclidienne entre éléments linéaires [1], mais en supposant que le rapport de F^2 à $X^2 + Y^2 + Z^2$ demeure entre deux constantes positives. On veut définir, *invariantivement*, le *volume* dans V_3, l'*aire* dans une V_2, en vue de l'analyse des champs vectoriels et des relations longueur-aire pour F convexe (surfaces minima etc.).

1. Sur une V_2 (ex., $z = 0$), l'élément d'aire $\alpha\, dx\, dy$ défini par P. Funk et L. Berwald [2], en faisant dépendre α d'un élément de contact, est une notion *instable*, c'est-à-dire discontinue dans une variation continue de la métrique. Faute d'une combinaison des dérivées de F engendrant un α en dépendance continue, monotone de la métrique, on peut à tout domaine attacher une *aire par défaut*, une aire *par excès*, soient respectivement

$$\iint_{(\text{pour } F^2 \geq eX^2 + 2fXY + gY^2)} \left(\text{borne sup} \sqrt{eg - f^2}\right) dx\, dy$$

et

$$\iint_{(\text{pour } F^2 \leq eX^2 + 2fXY + gY^2)} \left(\text{borne inf} \sqrt{eg - f^2}\right) dx\, dy,$$

c'est-à-dire les bornes qui se présenteraient, si répudiant F on prenait dans V_3, *sans autre hypothèse métrique*,

$$Q(x, y, z); dx, dy, dz) \leq ds^2 \leq Q(x, y, z, dx, dy, dz) + q(x, y, z; dx, dy, dz),$$

où Q, q sont deux formes quadratiques définies positives de dx, dy, dz. (Ex. : ds^2 de la variété cinétique d'un système holonome, de force vive approximativement connue.)

Pour les surfaces de V_3 bordées à un contour C se posent le problème du minimum de l'aire par excès, et de plus ($\mathcal{B}$) la question d'un *minimum approché au même degré que la métrique* : sur une surface y répondant, l'aire de *chaque* fragment doit, au moins, satisfaire à la condition de ne jamais excéder le produit par $[1 + \max(q:Q)]$ du minimum, pour son bord, de l'aire selon Q. De ce problème, on peut traiter un cas particulier simple, généralisant la recherche de l'aire minima de révolution entre deux cercles coaxiaux et requérant comme la dynamique l'étude de géodésiques approchées.

---

(1) Élie Cartan, *Actualités Scientifiques*, 79, 1934, p. 10.

(2) *Flächeninhalt und Winkel in der Variations rechnung*, Prague, 67, 68, 1919-20, pp. 45, 49.

2. Faute d'un α formé avec les dérivées de F, on introduit ($\mathcal{C}h.$) le volume V_M intérieur à l'indicatrice en M et l'aire s_M^{Π} de sa section par un plan Π contenant M (aire, volume au sens usuel).

Posant $V_M d\mathcal{V} = 4/3\pi\, d\tau$ et $S_M^{\pi} d\mathcal{S} = \pi\, d\sigma$, où $d\tau$ et $d\sigma$ sont les éléments de volume et d'aire au sens usuel, on définit, en liaison continue avec la métrique, l'élément $d\mathcal{V}$ de F-*volume* et l'élément $d\mathcal{S}$ de F-*aire* (un facteur fonction de M pouvant s'introduire, mais étant exclu si l'on s'impose de retrouver, pour un ds riemannien, les expressions classiques).

3. Le *flux* à travers une pièce de surface est introduit par un F-volume infiniment mince [3], la divergence comme rapport limite, à un F-volume de diamètre infiniment petit, du flux sortant, ce qui maintient le théorème flux-divergence.

Au lieu de se contenter ($\mathcal{B}$, antérieurement à 2) de considérer, au bénéfice de la structure micro-affine de V_3, l'annulation de *laplaciens généralisés* du type *Mémorial*, fasc. XI, p. 6, on peut poser (en vertu de 2)

$$(\mathcal{B}) \qquad \Delta_2\varphi = \text{lapl. gén. } (\varphi)_M = 6 \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{\iiint [\varphi(M') - \varphi(M)]\, d\mathcal{V}'}{\iiint [\delta_F(M, M')]^2\, d\mathcal{V}'},$$

où δ_F indique la F-distance, et où le volume d'intégration décrit par M' est déterminé par $\delta_F(M, M') \leq \varepsilon$. Au coefficient 6, on substitue $2n$ quand on laisse arbitraire le nombre n de dimensions.

4. Introduisant ($\mathcal{C}h.$), au moyen de l'indicatrice en M, le produit scalaire (non commutatif) et le vecteur gradient, on conserve l'expression classique de la dérivée dans une direction, celle de $\text{div}(\lambda \vec{u})$, et l'on aperçoit une autre définition possible, mais distincte, du laplacien de φ, par $\text{div}(\overrightarrow{\text{grad}\,\varphi})$. La formule de Green nécessite un terme complémentaire, vu la non-commutativité du produit scalaire.

5. Une surface minima d'un espace euclidien ou cayleyen peut se caractériser par l'annulation en chaque point du laplacien de la distance d'un point courant au plan tangent en ce point. Les surfaces S obtenues en transposant ce point de vue dans V_3 par les notions de laplacien généralisé et de F-distance au lieu T des géodésiques tangentes à une S en un de ses points, forment, et cela déjà ($\mathcal{B}$) dans les espaces de Riemann, une classe distincte de celle des surfaces en cours d'étude ($\mathcal{C}h.$) définies par la condition de réaliser le minimum de la F-aire passant par un contour C donné.

6. Contrairement au cas riemannien, l'application, faite dans la V_2 définie par $z = 0$, à un arc simple doué d'une paratingente unique en tout point, de la

---

(3) G. Bouligand, *Leçons de géométrie vectorielle*, Paris, 1922, n° 188, p. 222.

construction de Cantor-Minkowski, avec un F-rayon égal à ρ, donne pour le quotient par ρ du rapport

(F-mesure de l'aire recouverte) : (F-longueur de son périmètre),

une limite qui, dans le cas général, oscille entre o et $\pi/2$, suivant la courbe choisie (et entre $\pi/4$ et $\pi/2$ pour un *ds* réversible). Elle redevient indépendante de la courbe dans le cas ($\mathcal{C}h.$), où l'indicatrice est choisie, en chaque point, de manière à conférer à la notion de ***transversalité*** un caractère réciproque. Dans les questions précédentes, cette réciprocité introduit, quand elle a lieu, des simplifications faciles à mettre en évidence; cette réciprocité n'est nullement caractéristique de l'ellipse (cas riemannien).

7. Signalons enfin ($\mathcal{B}$) que la géométrie infinitésimale classique introduit des *ds* réversibles de la forme précédente. Exemple : Celui exprimant l'élément d'aire, au sens ordinaire, engendré par un arc variable de courbe d'une congruence donnée $u(x, y, z) = \alpha$, $v(x, y, z) = \beta$, intercepté par la *couche d'espace* comprise entre deux surfaces $W(x, y, z) = W_1$ et $W = W_2$ (élément qui se déduit du ds^2 exprimé au moyen des coordonnées u, v, w).

CORRESPONDANCE.

M. **René Jeannel** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par la mort de M. *Louis Bouvier*.

ÉLASTICITÉ. — *Remarques sur le problème de l'élasticité non linéaire.* Note (¹) de M. **Jacques Rivaud**, présentée par M. Joseph Pérès.

On sait que de nombreux travaux ont déjà été consacrés à l'étude de l'élasticité non linéaire (cas des déformations finies). L'hypothèse de l'énergie de déformation (par lord Kelvin, Kirchhoff, Boussinesq) permet de remplacer la loi de Hoocke par des relations générales entre tensions et déformations. Mais, si l'on essaie d'écrire le système d'équations aux dérivées partielles reliant les déplacements u_i (exprimés en fonctions des coordonnées initiales), on est rapidement arrêté par la complication des calculs; la difficulté principale provenant du fait que le tenseur des efforts est repéré dans l'état déformé, tandis que celui des déformations fait intervenir l'état initial. (La théorie ordinaire, qui confond ces deux états, ne rencontre pas cette difficulté). C'est la raison pour laquelle des théories s'écartant de ce point de vue ont été proposées.

Citons celles de Murnagham et de Seth, qui adoptent tous deux un point de vue analogue à celui des équations d'Euler en Hydrodynamique (contrai-

(¹) Séance du 24 avril 1944.

rement à la théorie classique, qui adopte le point de vue de Lagrange). Ils définissent par $dS^2 - ds^2 = \varepsilon_{rs}\, dX^r dX^s$ les composantes ε_{rs} de la déformation (x^r et X^r coordonnées initiales et finales d'une particule). Dans la théorie ordinaire on pose $dS^2 - ds^2 = \eta_{rs}\, dx^r\, dx^s$. Mais on retrouve la difficulté au moment d'introduire les conditions aux limites, puisque ces conditions s'appliquent à une surface dont la forme est inconnue. Aussi ces auteurs n'ont-ils traité que des exemples tels que l'on connaisse *a priori* la forme du déplacement (dilatation, déplacement radial).

Nous adoptons ici un point de vue mixte entre ceux de Lagrange et d'Euler. Les équations d'équilibre s'appliquent à la surface dans l'état déformé, mais celui-ci est repéré par rapport au système triple de surfaces obtenues en suivant les plans de coordonnées dans la déformation (coordonnées entraînées). Un point possède alors les mêmes coordonnées dans les deux états initial et final, mais c'est le repère qui varie. Les surfaces limites conservent la même équation, ce qui évite la difficulté de la théorie de Murnagham. Le tenseur des efforts est alors défini par une densité tensorielle θ^{ij}, qui vérifie les équations générales d'équilibre données par M. Léon Brillouin [2]

$$\frac{\partial \theta^{ri}}{\partial x^r} + \Gamma^i_{rs}\, \theta^{rs} = 0, \tag{1}$$

valables pour un système de coordonnées curvilignes quelconque.

Ici les symboles de Christoffel Γ^i_{rs} s'expriment en fonction des dérivées des η_{rs}. L'introduction de ces θ^{ij} n'est d'ailleurs pas nouvelle. Les frères Cosserat les ont utilisés comme auxiliaires de calcul (ils les désignent par P_i, U_i) pour passer des équations d'Euler à celles de Lagrange. Ils ont aussi montré que, dans l'hypothèse de l'énergie de déformation, les θ^{ij} sont reliés simplement aux composantes η_{rs} de la déformation :

$$\theta^{ij} = 2\, \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \eta_{ij}}. \tag{2}$$

La forme (1) des équations d'équilibre, jointe aux relations (2), permet la généralisation de la méthode semi-inverse : hypothèses simplificatrices sur les η_{ij}, d'où simplification correspondante pour les θ^{ij} et dans les équations (1).

Dans le cas particulier où les coordonnées initiales sont repérées dans un système euclidien, les équations (1) peuvent être obtenues par combinaison linéaires simples des équations

$$\frac{\partial}{\partial x^r}\left[\theta^{rs}\left(\delta^i_s + \frac{\partial u_i}{\partial x^s}\right)\right] = 0,$$

que l'on obtient directement en utilisant les équations d'équilibre de Boussinesq

---

(2) *Les tenseurs en Mécanique et en Élasticité*, Paris, 1938.

et les relations données par les Cosserat entre les composantes de Boussinesq et les θ^{ij}.

Admettant par exemple, avec Brillouin, pour l'énergie de déformation, le développement

$$\mathcal{E} = \frac{\lambda}{8} I_1^2 + \frac{\mu}{4} I_2 + A I_1 I_2 + B I_1^3 + C I_3,$$

on trouve

$$\theta^{11} = \frac{\lambda}{2} I_1 + \mu\eta_{11} + 2 A I_2 + 4 A I_1 \eta_{11} + 6 B I_1^2 + 6 C(\eta_{11}^2 + \eta_{12}^2 + \eta_{13}^2),$$

$$\theta^{ij} = \mu\eta_{ij} + 4 A I_1 \eta_{ij} + 6 C(\eta_{ii} + \eta_{jj})\eta_{ij}.$$

Les η ont ici leurs expressions complètes

$$\eta_{ij} = \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_r}{\partial x_i}\frac{\partial u_r}{\partial x_j}.$$

On en déduit le système d'équations vérifiées par les u_i. On retrouve en évidence, dans ces équations, les termes de l'élasticité linéaire

$$\mu\,\Delta u_i + (\lambda + \mu)\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\partial u_r}{\partial x^r}\right) + P_1^i + P_2^i + P_3^i + P_4^i = 0,$$

les P étant des polynomes linéaires et homogènes par rapport aux dérivées $\partial^2 u_j/\partial x^r\,\partial x^s$, homogènes (et de degré égal à l'indice inférieur) par rapport aux dérivées $\partial u_j/\partial x^r$. La forme de ces équations permet des développements analytiques qui feront l'objet d'un autre travail.

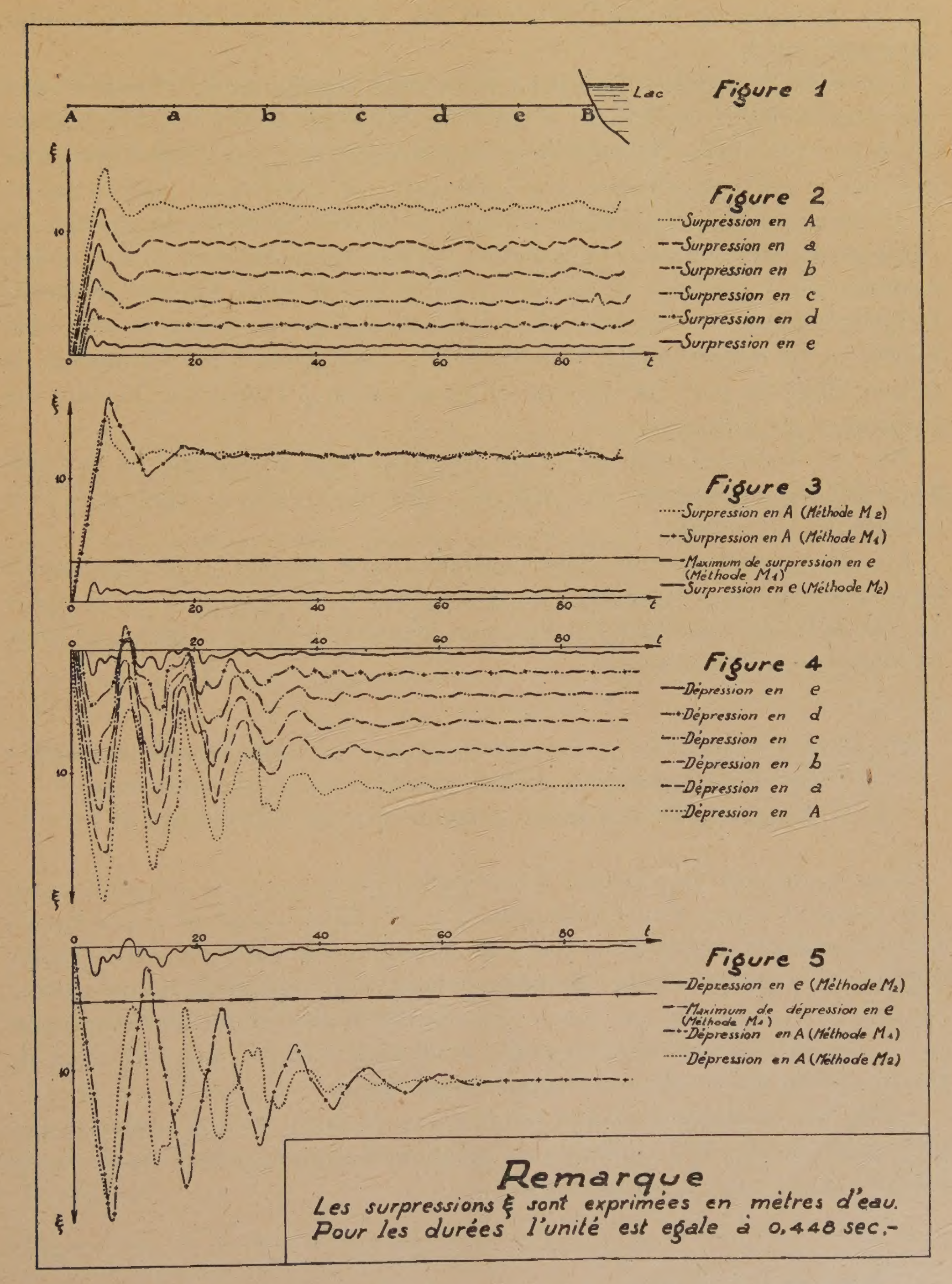
HYDRAULIQUE. — *Approximation du calcul de certaines surpressions.* Note [1] de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Pour évaluer le coup de bélier dans une conduite C_1 d'usine de haute chute, à caractéristiques multiples, la méthode M_1, le plus souvent employée, se borne à assimiler ce tuyau à une conduite C_2 à caractéristique unique, parcourue par l'onde à une vitesse constante, égale à la vitesse moyenne a de parcours de la conduite C_1. Le calcul se fait alors sans difficulté, par les méthodes analytiques d'Allievi ou de Sparre, ou par la méthode graphique de M. Bergeron, en ce qui concerne l'extrémité aval A; on admet ensuite une loi de répartition linéaire pour le maximum atteint par la surpression aux divers points de la conduite.

Une méthode graphique M_2, plus rigoureuse, consiste à appliquer la méthode graphique en supposant la conduite subdivisée en un certain nombre de tronçons, parcourus par l'onde en une même durée, la précision croissant avec le nombre de tronçons, comme d'ailleurs la complication relative du dessin. Celui-ci fournit, en fonction du temps, les valeurs de la surpression, non seu-

(1) Séance du 12 avril 1944.

lement à l'extrémité aval A, mais aux divers points de subdivision de la conduite.



L'étude d'une usine en cours de réalisation nous a montré que si l'approximation obtenue par l'emploi de la première méthode, vis-à-vis des résultats

fournis par la seconde, est généralement très suffisante en ce qui concerne l'extrémité aval A; il en est tout autrement dans la partie haute de la conduite, où les divergences peuvent atteindre des valeurs relatives considérables, dépassant 100 %.

L'installation étudiée correspond à un débit maximum de 1500 l/sec sous une chute de 350^m; la conduite, d'une longueur totale de 1515^m, parcourue par l'onde avec une vitesse moyenne de propagation $a = 1127$ m/sec et par l'eau, avec une vitesse moyenne effective $v = 3{,}02$ m/sec, est subdivisée, pour le calcul, en six tronçons (*fig.* 1). La figure 2 donne, en fonction du temps, les courbes des surpressions consécutives à la fermeture linéaire des turbines en 40,3 secondes, évaluées par la méthode M_2 aux points A, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. La figure 3 permet la comparaison entre les courbes ainsi obtenues aux points A et *e*, et celles que fournit en ces mêmes points, la méthode M_1. Les figures 4 et 5 fournissent les mêmes éléments pour les dépressions consécutives à l'ouverture linéaire des turbines en 40,3 secondes.

Sur ces figures, l'unité de temps est prise égale au sixième de la durée $\theta = 2{,}686$ sec, nécessaire à une onde pour effectuer un aller et retour d'un bout à l'autre de la conduite.

Les divergences considérables constatées en *e* peuvent avoir une importance particulière en pratique, lorsque la partie supérieure de la conduite (tronçon *e*B) est constituée par un canal bétonné en charge, comme tel est le cas dans l'installation étudiée.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Passage progressif du comportement visqueux au comportement plastique. Théorie cinétique du corps solide.* Note (¹) de M. **Christian B. de Carbon**, présentée par M. Albert Caquot.

Nous avons déjà vu plusieurs fois (²) que le corps solide se comporte à peu près comme s'il était formé d'éléments à la fois élasticovisqueux et plastiques. Un tel schéma, quoique assez voisin de la réalité, commode, et suffisant pour expliquer un grand nombre de phénomènes, n'est cependant qu'un schéma simplifié, donc approché, du comportement réel. Il reste impuissant à expliquer par exemple l'apparition d'un point d'inflexion dans certaines courbes de fluage à partir d'une valeur déterminée de la charge.

La théorie cinétique du corps solide (en se bornant à la déformation par glissement simple) m'a conduit aux équations suivantes pour relier le cisaillement $\tau(t)$ à l'angle de distorsion $\alpha(t)$.

(¹) Séance du 12 avril 1944.

(²) *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 241; **216**, 1943, p. 195; **217**, 1943, p. 668; **218**, 1944, pp. 143 et 344.

$\tau(t)$ est donné par l'intégrale

$$\tau(t)=\int_0^\infty\int_0^\infty \mathrm{T}(l, t).\mathrm{G}(a, l).da.dl,$$

dans laquelle $\mathrm{G}(a, l)$ est une *fonction de répartition* que nous appellerons *fonction mécanique caractéristique de la matière*, et $\mathrm{T}(x, t)$ la fonction du passé mécanique définie par l'équation aux dérivées partielles

$$\mathrm{T}''_{xt}(x, t)+\alpha'(t).\mathrm{T}''_{x^2}(x, t)+\mathrm{T}'_x(x, t)\frac{1}{e^{\frac{(l-x)^2}{a^2}}-1}=0$$

et satisfaisant à la condition aux limites

$$2\,\mathrm{T}'_x(0, t)=\alpha'(t)\int_0^l \frac{1}{x}\,\mathrm{T}'_x(x, t)\frac{1}{e^{\frac{(l-x)^2}{a^2}}-1}\,dx.$$

Ce système d'équations semble représenter d'une façon très satisfaisante le groupe des déformations par glissement simple ou distorsion.

Le comportement visqueux et le comportement plastique nous apparaissent alors comme deux formes limites, asymptotiques, du comportement réel, correspondant chacune à des conditions expérimentales bien déterminées : *comportement visqueux* pour les *petites déformations* effectuées à *vitesse lente* et à *température suffisamment élevée*; *comportement plastique* pour les *grandes déformations* effectuées à *grande vitesse* et à *température suffisamment basse*. (La température intervient par le paramètre a qui représente l'agitation moyenne d'une molécule.)

Il résulte des équations précédentes que le cisaillement $\tau(t)$ se trouve relié à l'angle de distorsion $\alpha(t)$ par une équation de la forme

$$\frac{d\tau}{dt}=\mathrm{G}\frac{d\alpha}{dt}-\tau.\mathrm{R}[\alpha(t)],$$

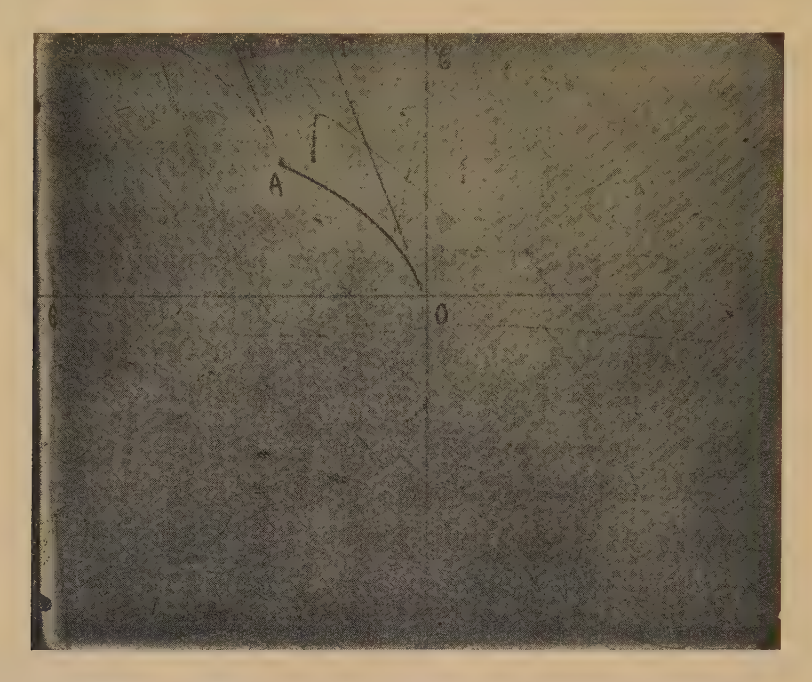
$\mathrm{R}[\alpha(t)]$ étant une fonctionnelle de $\alpha(t)$ (c'est-à-dire une fonction du passé mécanique de l'éprouvette), *ayant la propriété fondamentale d'être indépendante de la dérivée actuelle* $\alpha'(t)$.

Cette dernière formule nous permet d'établir que, si, en un point A d'une courbe de déformation, on fait passer *brusquement* la vitesse de déformation de la valeur v_1 à la valeur v_2, on doit obtenir un point anguleux, les pentes p_1 et p_2 de part et d'autre de ce point étant reliées à la pente initiale p_0 par la relation

$$v_1(p_0-p_1)=v_2(p_0-p_2) \tag{1}$$

qui nous montre en particulier que, *si v_2 augmente indéfiniment, p_2 doit tendre asymptotiquement vers p_0.*

M. Ch. Crussard a bien voulu se charger de vérifier l'existence de cette limite asymptotique, à l'aide d'une machine très précise de torsion sinusoïdale munie d'un changement de vitesses. L'éprouvette utilisée était une éprouvette de zinc. La première partie du cycle (arc OA) fut décrite avec une période d'environ



Échelle du diagramme. Les coordonnées du point A sont : torsion $\theta = 0{,}0094$ radian ; couple $C = 15.10^4$ dynes.

une heure ; la seconde partie avec une période d'environ trois ou quatre secondes. L'expérience fut faite à la température ordinaire. Le diagramme photographique reproduit par la figure ci-dessus confirme remarquablement les prévisions de la théorie. On peut y constater le quasi-parallélisme des tangentes OT et AT'. La formule (1) semble vérifiée avec toute la précision qu'il est possible d'admettre sur les expériences elles-mêmes.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Propriétés de l'opérateur d'interaction de deux corpuscules de spin 1/2 en Mécanique ondulatoire relativiste.* Note de M. **Serge Slansky**.

1. En collaboration avec M. Jean-Louis Destouches (¹), nous avons indiqué la forme de l'opérateur d'interaction de deux corpuscules de spin 1/2 satisfaisant aux conditions d'invariance voulues

$$R = \left(1 + \vec{\alpha}^{(1)} \vec{\alpha}^{(2)}\right) (\alpha_4^{(1)} + \alpha_4^{(2)})^2 (\alpha_5^{(1} + \alpha_5^{(2)})^2 f(r),$$

(¹) *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 472.

r désignant la distance des deux corpuscules. La fonction $f(r)$ peut être une fonction entière arbitraire, mais ceci n'exclut pas la possibilité de fonctions non entières, car on peut encore satisfaire aux conditions d'invariance en prenant pour $f(r)$ une fonction entière de $1/r$.

En explicitant la forme de la matrice (à 16 lignes et 16 colonnes) qui figure en avant de $f(r)$, nous obtenons seulement 16 éléments non nuls, qui sont dans les lignes et les colonnes d'indices 12, 21, 34, 43. Cette matrice est, à un facteur numérique près, égale à son carré.

2. Si l'on écrit l'hamiltonien du système de deux corpuscules sous la forme

$$H = H^{(0)} + R,$$

$H^{(0)}$ désignant l'hamiltonien du système sans interaction (somme des hamiltoniens des deux corpuscules), nous trouvons des solutions Ψ de l'équation d'onde qui sont le produit de deux ondes planes monochromatiques, et pour lesquelles on a $R\Psi = 0$, ou encore

$$\Psi_{12} - \Psi_{21} = \Psi_{34} - \Psi_{43}.$$

Considérons notamment le cas où les deux corpuscules ont même direction de propagation Oz. En posant

$$\Psi_{ik} = a_i e^{\frac{2\pi i}{h}[w_1 t - p_1 z_1]} b_k e^{\frac{2\pi i}{h}[w_2 t - p_2 z_2]} = \varphi_i \psi_k,$$

si l'on tient compte de ce que φ et ψ satisfont aux équations de Dirac respectives des deux corpuscules, la condition précédente équivaut à

$$\frac{a_3}{a_4} = \frac{b_3}{b_4}.$$

Donc, lorsque les deux corpuscules ont même direction de propagation, l'interaction est nulle s'ils ont même état de spin suivant cette direction.

Il en résulte que, quel que soit l'arbitraire que laisse le choix de la fonction $f(r)$, le type d'interaction envisagé ici diffère essentiellement des actions coulombiennes ordinaires. On pourrait en dire autant de toutes les autres formes d'interactions satisfaisant les conditions d'invariance que nous avions envisagées, en admettant que la solution trouvée ne soit pas la seule, car la présence du facteur $(\alpha_5^{(1)} + \alpha_5^{(2)})$ introduit obligatoirement la valeur propre zéro, donc l'interaction peut s'annuler pour toute distance.

3. Nous avons cherché à appliquer, au système de deux corpuscules en interaction, la méthode d'étude des perturbations par la variation des constantes, en prenant comme système non perturbé celui des deux corpuscules supposés indépendants. En prenant pour état initial celui défini par l'onde

$$\Psi_{ik}^{(n)} = a_{ik}^{(n)} e^{\frac{2\pi i}{h}[E_n t - \vec{p}_1^{(n)} \vec{r}_1 - \vec{p}_2^{(n)} \vec{r}_2]}$$

et pour état final celui défini par

$$\Psi_{ik}^{(m)} = a_{ik}^{(m)} e^{\frac{2\pi i}{h}[E_m t - \vec{p}_1^{(m)}\vec{r}_1 - \vec{p}_2^{(m)}\vec{r}_2]},$$

l'élément de matrice [que M. Louis de Broglie (²) désigne par $H_{mn}^{(1)}$] que l'on a à considérer dans le calcul des probabilités de transition de l'état (n) à l'état (m) n'est sensiblement différent de zéro que si la somme $\vec{p}_1 + \vec{p}_2$ des quantités de mouvement des deux corpuscules est la même dans l'état final que dans l'état initial, et sa valeur est, dans ce dernier cas,

$$H_{mn}^{(1)} = K r_0^3 (a_{12}^{(m)\star} - a_{21}^{(m)\star} - a_{34}^{(m)\star} + a_{43}^{(m)\star})(a_{12}^{(n)} - a_{21}^{(n)} - a_{34}^{(n)} + a_{43}^{(n)}),$$

K étant un coefficient dépendant de la forme de $f(r)$, que nous avons supposée ici proportionnelle, soit à $e^{-(r/r_0)}$, soit à $e^{-(r/r_0)^2}$. Nous avons donc, à un facteur constant près, le produit de deux facteurs indépendants l'un de l'autre, définis l'un à partir de l'état initial seul, l'autre à partir de l'état final seul.

On peut remarquer qu'en particulier, la probabilité de transition devient nulle si les deux corpuscules sont dans le même état quantique, soit dans l'état initial du système, soit dans son état final.

4. La forme trouvée pour l'opérateur d'interaction peut être rapprochée de certaines propriétés du centre algébrique du système, dont les coordonnées devraient être ici

$$C_\mu = \frac{1}{\sqrt{2}}[\alpha_5^{(2)} x_\mu^{(1)} + \alpha_5^{(1)} x_\mu^{(1)}] \qquad (\mu = 1, 2, 3).$$

Si l'on considère (³) le centre comme la projection du point figuratif du système dans un espace de configuration hypercomplexe sur une multiplicité linéaire $\mathcal{M}$, l'interaction ne dépend que de la projection sur la multiplicité $\mathcal{N}$ complémentaire.

ASTROPHYSIQUE. — *Nouvelle comparaison entre le spectre du centre du disque solaire et celui de points voisins du limbe*. Note (¹) de MM. **Jacques Berger** et **Daniel Chalonge**, présentée par M. Charles Fabry.

1° *Méthode*. — Les comparaisons sont faites par photométrie photographique. Un spectrographe à optique de quartz fournit de chaque point du Soleil un spectre ayant 18cm de longueur entre 3100 et 6000 Å (dispersion : environ 10 Å/mm aux environs de 3700 Å). Le spectrographe est placé derrière un petit télescope Cassegrain à miroirs aluminiés qui donne, dans le plan de la fente, une image du Soleil de 5cm de diamètre. Grâce à l'emploi de diaphragmes,

(²) *Une nouvelle théorie de la lumière*, II, p. 56.

(³) *Cahiers de Physique*, n° 21, mai 1944, p. 6.

(¹) Séance du 24 avril 1944.

de filtres et de plaques lentes, le temps de pose est allongé jusqu'à 30 secondes. Sur chaque plaque sont pris les spectres de divers points du disque solaire échelonnés depuis le centre jusqu'à une distance de ce point égale à 0,95 R (R désignant le rayon du disque), la fente du spectrographe étant toujours placée perpendiculairement au rayon qui la rencontre; on y imprime en outre, au moyen d'un spectrographe auxiliaire, et avec le même temps de pose, des spectres de gradation permettant la détermination des courbes de noircissement. Les observations ont été faites à l'Observatoire de Haute Provence en août 1943.

2° *Résultats.* — Dans la présente Note, qui n'a qu'un caractère préliminaire, nous nous occuperons seulement de la comparaison entre le rayonnement du centre et celui de points voisins du limbe, situés à une distance du centre égale à 0,95 R.

Nous avons comparé ces rayonnements pour environ 430 radiations monochromatiques comprises entre 3100 et 6000 Å (avec exception pour le domaine spectral 4600-5100 Å, trou de sensibilité des plaques employées) correspondant aux intervalles dans lesquels le fond continu photosphérique apparaît plus ou moins entre les raies. Pour chacune de ces radiations nous avons déterminé le rapport $\log I_0/I$, où I_0 et I désignent respectivement l'intensité au centre et au bord du disque.

Les résultats obtenus sont en accord satisfaisant avec ceux d'Abbot (2) et de Schwarzschild et Villiger (3). La courbe $\log I_0/I = f(\lambda)$ commence par s'élever régulièrement lorsque, partant de 6000 Å, on se déplace vers les courtes longueurs d'onde. Toutefois elle se creuse de profonds et larges minima au passage par les diverses raies de Balmer, et les douze premières de ces raies apparaissent ainsi d'une façon très nette, les deux suivantes d'une façon plus douteuse par suite de la trop faible dispersion de notre spectrographe (4). Un minimum marque également la place de la raie K (ceux de H et H_ε empiètent l'un sur l'autre).

Cette apparence résulte d'un phénomène bien connu : les raies de Balmer et les raies H et K, étroites au bord du disque, sont pourvues d'ailes très larges au centre. La comparaison entre les rayonnements du centre et du bord, telle que nous la faisons, semble constituer une excellente méthode pour mettre en évidence cet effet. Toutefois cette méthode fait apparaître, en même temps, des changements analogues, quoique beaucoup plus faibles, en général, et se

---

(2) *Ann. of the Astroph. Obs. of the Smith. Inst.*, 4, 1922, p. 220.

(3) *Astroph. J.*, 23, 1906, p. 284.

(4) Nous montrons ainsi nettement la présence dans le spectre solaire de nombreuses raies de Balmer, alors que l'examen visuel ne révèle avec certitude que les quatre premières. Unsöld, utilisant des spectres environ 40 fois plus dispersés que les nôtres, avait déjà signalé l'existence de ces 14 raies (*Z. f. Phys.*, 59, 1930, p. 353).

rapportant aux diverses autres raies ([5]), et les dentelures de la courbe, qui traduisent ces changements, nous empêchent d'assigner aux ailes des raies de Balmer une limite précise : les demi-largeurs à la base des raies H_γ et H_δ semblent cependant être de l'ordre de 20 Å, valeur beaucoup plus forte que celles données par Unsöld ([6]). Les dernières raies de Balmer empiètent les unes sur les autres et rendent très difficile la mesure de leur élargissement.

Le spectre continu lié à la série de Balmer se manifeste, au delà de la dernière raie décelable, par une dépression de la courbe $\log I_0/I = f(\lambda)$ qui est de l'ordre de 0,05 vers 3700 Å ([7]). La courbe remonte ensuite rapidement du côté des petites longueurs d'onde et il semble que, au-dessous de 3400 Å, elle soit revenue dans le prolongement de sa direction initiale.

En résumé, la courbe $\log I_0/I = f(\lambda)$ est, en première approximation (abstraction faite des minima dus aux raies de Balmer et aux raies H et K, et des petites sinuosités de moindre importance dues aux autres raies), une courbe régulière passant sensiblement par les points déterminés par Abbot et par Schwarzschild et Villiger, mais présentant, entre 3750 et 3400 Å, une large dépression ayant une profondeur maxima de 0,05 environ vers 3700 Å.

CHALEUR. — *Recherche d'une expression rationnelle du coefficient de convection naturelle pour les cylindres horizontaux.* Note ([1]) de M. **André Missenard**, présentée par M. Charles Fabry.

Dans une précédente Communication, nous avons montré comment on pouvait déduire de l'expression du coefficient moyen de convection naturelle α_m pour le plan vertical

$$\alpha_m = \frac{4}{3}\lambda f\left(\frac{\nu}{a}\right)\sqrt[4]{\frac{g\beta\theta_1}{4\nu^2 H}},$$

établi par Pohlhausen, Schmidt et Beckmann par résolution des équations de

---

([5]) On sait que, si certaines raies fortes comme les raies de Balmer perdent leurs ailes lorsque l'on passe du centre au bord, de nombreuses raies faibles s'élargissent au contraire vers le bord.

([6]) L'atlas photométrique du spectre solaire de Minnaert, Mulders et Houtgast permet d'ailleurs de reprendre les déterminations de Unsöld : les ailes des raies H_γ et H_δ semblent bien s'étendre à une vingtaine d'angströms de part et d'autre du centre de chaque raie. Pour fixer ces limites avec certitude, il y aurait lieu de reprendre la comparaison photométrique centre-bord que nous décrivons ici, mais avec une dispersion comparable à celle utilisée par Unsöld ou par Minnaert, Mulders et Houtgast.

([7]) Les données d'Abbot ([2]) donnent une indication de l'existence de cette dépression : le comportement du point 3737 Å, qui paraissait jusqu'ici anormal, résulte simplement de ce fléchissement de la courbe.

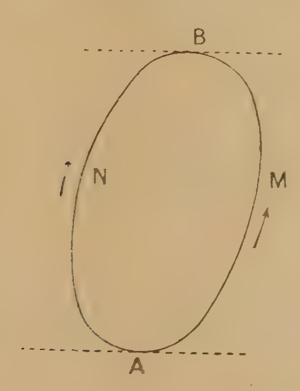
([1]) Séance du 24 avril 1944.

la convection naturelle pour le plan vertical, l'expression du coefficient de convection naturelle pour les cylindres verticaux.

Avec les mêmes coordonnées et les mêmes notations que celles utilisées dans la précédente Communication, les équations s'écrivent, pour le cylindre à axe horizontal,

$$\rho W \frac{\partial W}{\partial s} ds = \rho g \beta \theta r \cos\varphi \, d\varphi + \mu \frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial W}{\partial r}\right) d\varphi,$$

$$\rho c \frac{\partial \theta}{\partial l} ds = \lambda \frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial \theta}{\partial r}\right) d\varphi.$$



En intégrant le long d'une ligne de courant, que nous admettrons parallèle à AMB, en appelant R le rayon de courbure du contour, n la distance de la ligne de courant considérée à ce contour, et en conservant les mêmes symboles pour désigner les moyennes caractéristiques physiques par rapport à φ

$$\rho \frac{W^2}{2} = \rho g \beta \theta \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} R \cos\varphi \, d\varphi + \pi \mu R_m \frac{d^2 W}{dn^2} + \pi \mu \frac{dW}{dn},$$

$$\rho c W \theta = \lambda \pi R_m \frac{d^2 \theta}{dn^2} + \lambda \pi \frac{d\theta}{dn},$$

en posant $\pi R_m = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} R \, d\varphi$. R_m est le rayon de courbure moyen de la section le long de AMB.

En plus de l'introduction de la conductibilité et de la viscosité fictives définies dans la Communication précédente, on est ainsi conduit à introduire une hauteur fictive $H' = \pi R_m$ avec une accélération fictive, $g' = \frac{g}{\pi R_m} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} R \cos\varphi \, d\varphi$.

Le calcul des intégrales $\int R \, d\varphi$ et $\int R \cos\varphi \, d\varphi$ peut se faire graphiquement. Mais le calcul du coefficient de convection moyen exige l'introduction de valeurs *moyennes* de la conductibilité et de la viscosité fictives définies comme précédemment.

Le calcul se simplifie évidemment lorsque le cylindre est à base circulaire de rayon R et conduit à l'expression suivante du coefficient de convection moyen pour l'air à la température ordinaire

$$\alpha_{m\,\text{cyl. hor.}} = 4\sqrt{\frac{\theta_1}{2\,\mathrm{RT}_0}}\sqrt[2]{\frac{p}{p_0}}\sqrt[2]{\frac{e}{\mathrm{R}\,\mathrm{Log}\left(1+\frac{e}{\mathrm{R}}\right)}}, \qquad \text{où } e = 0^{\mathrm{m}},01.$$

La concordance avec l'expérience est très satisfaisante. Lorsque R varie de $0^{\mathrm{mm}},2$ à 100^{mm}, les variations de α_m mesurées par Bylevelt et Peclet ne s'écartent pas plus de 5 % de l'expression précédente.

Gröber a indiqué que, lorsque le rayon tend vers 0, α_m devient infini comme $1/\mathrm{R}$. L'expression précédente montrerait que α_m croîtrait comme $1/\mathrm{R}^{3/4}$. Si l'on observe que lorsque le diamètre tend vers 0, la transmission de chaleur se fait essentiellement par conductibilité cylindrique au voisinage du fil; on s'explique le résultat obtenu par Gröber.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la préparation électrolytique et les propriétés des arséniures de fer.* Note de MM. **Jean-Lucien Andrieux** et **Albert Canaud**, présentée par M. Paul Lebeau.

La méthode de préparation électrolytique des composés binaires indiquée par l'un de nous ([1]) permet d'obtenir un certain nombre d'arséniures métalliques : il suffit en effet d'électrolyser des bains fondus constitués essentiellement, soit par les arséniates correspondants, soit par des arséniates alcalins auxquels on ajoute un oxyde ou un sel halogéné du métal dont on se propose d'obtenir l'arséniure. Comme les arséniates sont instables à haute température, il est avantageux d'abaisser leurs points de fusion par addition d'un sel halogéné alcalin.

En raison de la grande volatilité de l'arsenic, notre méthode est particulièrement intéressante dans le cas de la préparation des arséniures des métaux à points de fusion élevés. Ces composés sont en effet difficiles à obtenir par union directe de l'arsenic et du métal, surtout s'ils sont riches en arsenic. C'est ainsi que E. Vigouroux (*Proc. verb. Soc. Sc. Phys. Nat. de Bordeaux*, 1908) d'une part, et Hilpert et Dieckmann ([2]) d'autre part ont dû chauffer pendant 8 heures et à 700°, dans un courant d'hydrogène ou dans un tube scellé, un mélange d'arsenic et de fer pulvérulent, pour obtenir, sous forme de poudres cristallines, les deux arséniures de fer de formules AsFe et As^2Fe, titrant respectivement 57,3 et 72,85 % d'arsenic.

([1]) J.-L. Andrieux, *Thèse*, Paris, 1929; *Comptes rendus du 18e Congrès de Chimie industrielle*, Nancy, 1938.

([2]) *Ber. d. chem. Ges.*, 44, 1911, p. 2378.

Nous avons préparé facilement ces deux composés, à l'état de cristaux, en électrolysant dans un creuset de charbon servant de cathode, avec une baguette de graphite servant d'anode, des bains fondus de méta-arséniates ou de pyro-arséniates alcalins contenant un oxyde ou un chlorure de fer et du chlorure de sodium.

Après l'expérience, le contenu du creuset, refroidi et traité par l'acide chlorhydrique dilué, laisse, pour une électrolyse de 2 heures, un résidu de 5 à 10g de cristaux. Ceux-ci ont été analysés, après attaque par le peroxyde de sodium, en dosant l'arsenic iodométriquement et le fer pondéralement. Le tableau suivant résume les conditions et les résultats de nos expériences :

	Composition moléculaire du bain.	Température.	Tension.	Intensité.	Composition du produit obtenu. As %.	Fe %.	Formule.
		°	V	A			
1.	$AsO^3K + 2NaCl + \frac{1}{15}FeCl^3$...	500	5–6	10	74,5	24,7	$As^{2,24}Fe$
2.	» + 2 » + $\frac{1}{15}$ » ...	600	3–5	25	72,0	27,6	As^2Fe
3.	» + $\frac{1}{3}$ » + $\frac{1}{10}FeCl^2$...	550	14	20	71,8	27,9	»
4.	$\frac{1}{2}As^2O^7Na^4 + \frac{2}{3}$ » + $\frac{1}{6}FeCl^3$...	700	8	20	71,7	27,4	»
5.	» + 1 » + $\frac{1}{8}Fe^2O^3$...	700	6	20	68,4	31,05	$As^{1,64}Fe$
6.	» + 2 » + $\frac{1}{6}$ » ...	700	5	25	66,0	33,4	$As^{1,47}Fe$
7.	» + 1 » + $\frac{1}{4}$ » ...	650	8	20	63,9	35,9	$As^{1,34}Fe$
8.	» + 2 » + $\frac{1}{2}$ » ...	700	7	25	62,1	36,9	$As^{1,25}Fe$
9.	» + 2 » + $\frac{1}{4}$ » ...	700	5	22	60,2	39,4	$As^{1,13}Fe$
10.	» + 2 » + $\frac{3}{4}$ » ...	700	6	20	57,3	42,5	AsFe
11.	» + 2 » + 1 » ...	800	6	20	58,6	41,9	»

Ainsi, en faisant varier, d'une manière continue, de 1/15 à 2 at-g la proportion de fer pour 1 at-g d'arsenic contenu dans le bain, on obtient des produits dont la teneur en arsenic diminue d'une façon discontinue. La courbe représentative des teneurs en arsenic de ces produits en fonction des teneurs en fer des bains, présenterait deux paliers correspondant aux deux composés définis de formules AsFe et As^2Fe; elle n'en présenterait pas un troisième correspondant à un composé de formule As^3Fe^2 dont l'existence était douteuse.

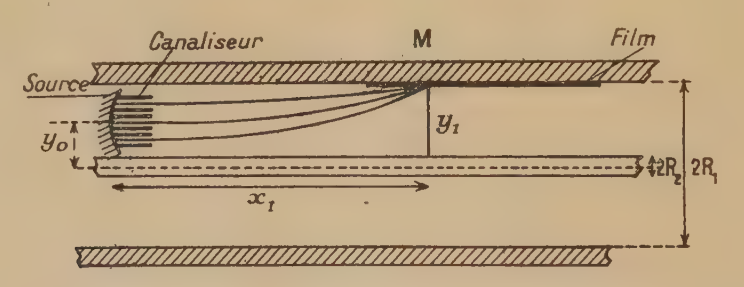
Tous les produits isolés dans les essais précédents sont des cristaux blanc d'argent, non magnétiques, homogènes au microscope. Leurs propriétés chimiques sont très voisines : ils sont inattaquables par l'acide chlorhydrique, même concentré et bouillant; les acides nitrique et sulfurique concentrés, ainsi que l'eau régale, ne les attaquent qu'à chaud. A l'état fondu, la soude et le carbonate de sodium les décomposent lentement. Le nitrate et le peroxyde de sodium fondus les transforment rapidement en arséniate de sodium et sesquioxyde de fer.

En somme nous avons pu, par notre méthode, préparer et caractériser les deux arséniures de fer AsFe et As^2Fe, et montrer qu'ils forment entre eux des cristaux mixtes dont la composition dépend de celle des bains employés et des conditions de l'expérience.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur un spectrographe électrostatique permettant d'évaluer la charge des fragments nucléaires de l'uranium.* Note [1] de MM. **Claude Magnan**, **Paul Chanson** et **André Ertaud**, présentée par M. Maurice de Broglie.

La fission ou cassure du noyau d'uranium sous l'action des neutrons donne naissance aux fragments nucléaires Kr-Ba, Xe-Sr, Sb-Cb, de masses 88, 139, 121 [2] et doués des énergies cinétiques 100 MeV, 60 MeV, 90 MeV [3]. On doit à W. E. Lamb Jr. [4] d'avoir calculé la charge portée par les fragments nucléaires de l'uraninm et de l'avoir trouvée égale à 17 et à 13 pour Kr et Xe.

Le but que nous poursuivons est de mesurer expérimentalement la charge initiale des fragments nucléaires de l'uranium. Il est utile, par suite de la rareté des particules de fission pour une surface donnée, de focaliser les particules. C'est pourquoi nous nous sommes arrêtés au système formé par un condensateur cylindrique, porté à une haute tension et utilisé de telle façon que les fragments, dont les vitesses initiales sont parallèles à l'axe, convergent sur une surface cylindrique coaxiale, suivant des cercles dont les plans sont normaux à l'axe de symétrie.



Le champ électrique radial régnant entre les deux surfaces cylindriques est

$$h = \frac{V}{y \operatorname{Log} \frac{R_1}{R_2}}.$$

Les équations du mouvement des particules sont

$$m\frac{d^2y}{dt^2} = e\frac{V}{y\,L\frac{R_1}{R_2}}, \qquad x = vt \qquad \text{ou} \qquad y'' = \frac{K}{y} \qquad \text{avec} \quad K = \frac{eV}{m\,L\frac{R_1}{R_2}}.$$

---

(1) Séance du 13 mars 1944.

(2) O. Hahn et F. Strassmann, *Naturwiss.*, **27**, 1939, p. 11; F. A. Heyn, A. H. W. Aten Jr. et J. Baker, **143**, 1939, p. 516; O. Hahn et F. Strassmann, *Naturwiss.*, **27**, 1939, p. 529; P. Abelson, *Phys. Rev.*, **56**, 1939, p. 1.

(3) O. Frisch; *Nature*, **143**, 1939, p. 276; Booth, Dunning et Slack, *Phys. Rev.*, **55**, 1939, p. 981; Kanner et Barshal, *Phys. Rev.*, **57**, 1940, p. 372; C. Magnan, *Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 110; W. Jentschke et F. Prankl, *Z. Physik*, **119**, 1942, p. 839.

(4) *Phys. Rev.*, **58**, 1940, p. 696.

L'équation en x, y de la trajectoire est, dans un plan passant par l'axe,

$$x\sqrt{\frac{eV}{4WL\frac{R_1}{R_2}}}=y_0\int_0^{u_1}e^{u^2}\,du, \qquad \text{(A)}$$

où e est la charge, V la tension appliquée, W l'énergie cinétique et $u=\sqrt{L(y/y_0)}$.

En développant en série sous le signe $\int$ et en intégrant, nous avons finalement

$$x\sqrt{\frac{eV}{4WL\frac{R_1}{R_2}}}=y_0\left[u_1+\frac{u_1^3}{3}+\frac{u_1^5}{10}+\frac{u_1^7}{42}+\ldots\right].$$

Cette équation nous a permis, les paramètres e, V, R_2, R_1, W étant fixés, de construire les trajectoires issues de divers y_0 et d'établir leur convergence sur un cercle M. Elle permet aussi, pour diverses valeurs de W et pour des y_0 constants, de constater que les divers cercles de focalisation se trouvent sur une même surface cylindrique coaxiale à l'appareil. On peut en particulier choisir les valeurs des paramètres V, R_2, R_1, pour un tube, afin qu'il produise la convergence de trajectoires d'énergie W au point choisi x_1, y_1.

Nous nous sommes arrêtés aux valeurs suivantes : longueur du tube 1^m; diamètre de l'électrode externe 60^{mm}, diamètre de l'électrode interne 10^{mm}. Nous choisissons la convergence au point $y_1=2^{cm},7$, $x_1=100^{cm}$ pour des particules d'énergie cinétique 100 MeV et de charge 18. On trouve alors qu'il est nécessaire d'appliquer une tension de 9200 volts.

Nous avons cherché à calculer les dimensions que devrait avoir la surface émettant les fragments nucléaires pour que la raie sur la surface cylindrique correspondant à l'énergie W ait une largeur de 1^{mm} à 1^m de l'origine.

Il y aura convergence au point x_1, y_1 si le deuxième membre de l'équation générale (A), où $(y_1/y_0)=e^{u^2}$, est stationnaire quand y_0 varie ou quand u varie. Soit

$$K=\frac{y_1}{e^{u^2}}\int_0^u e^{u^2}\,du \qquad \text{on doit avoir} \qquad \frac{dK}{du}=0;$$

on trouve facilement que la condition de convergence est réalisée si

$$\frac{y_1}{y_0}=2\sqrt{L\frac{y_1}{y_0}}\left[u_1+\frac{u_1^3}{3}+\frac{u_1^5}{10}+\ldots\right] \qquad \text{avec} \qquad u=\sqrt{L\frac{y_1}{y_0}}.$$

A un y_1 correspond un y_0 bien déterminé. On trouve ainsi que la dérivée est nulle si $(y_1/Y_0)=2,4$. L'équation générale (A) devient alors

$$x^2\frac{eV}{4W}=1,35\,Y_0^2\,L\frac{R_1}{R_2}.$$

On trouve que, pour $\Delta x=1^{mm}$, on a $\Delta y_0=5^{mm}$ au voisinage de Y_0.

On peut voir aussi qu'une surface d'uranium, concave avec un rayon convenable, permet de corriger les aberrations et de diminuer la largeur de la

raie. En résumé ce dispositif donnera lieu à une focalisation, suivant des cercles sur une surface cylindrique, de fragments partant parallèlement à l'axe. Les lois de cette focalisation, en dehors des caractéristiques géométriques de l'appareil, ne dépendent que de la tension appliquée, de la charge des fragments et de leur énergie cinétique ou du rapport W/e. Il se prêtera donc bien à l'étude des charges initiales des fragments d'uranium.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Relation entre l'énergie maximum des rayons β des radioéléments artificiels et la masse superficielle les absorbant de moitié.* Note [1] de Mlle **Marguerite Perey**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Dans ce travail nous avons déterminé l'absorption de moitié du rayonnement β de radioéléments artificiels produit par irradiation au moyen de neutrons lents (réaction n, γ).

Les produits étaient disposés en couche épaisse dans des porteurs standards de 4×2 cm contenant 4^g de matière, soit une masse superficielle de 0,5 g-cm^{-2}. Les porteurs sont fermés par une mince feuille de cellophane de 4 mg-cm^2.

Les produits à étudier sont placés dans un bloc cubique de paraffine au centre duquel on dispose la source de neutrons (radium-glucinium ou radon-glucinium).

Les radioéléments formés sont mesurés au moyen d'un compteur de Geiger-Müller à paroi mince, dont la partie efficace est constituée par un cylindre d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur; $1^{cm},7$ de diamètre et de 4^{cm} de longueur. Le produit à mesurer se trouve à $2^{mm},5$ du compteur. L'ensemble est entouré d'un système de protection de plusieurs centimètres de plomb.

Après irradiation du produit par les neutrons, on détermine, à l'aide du compteur, la masse superficielle de cuivre nécessaire pour absorber de moitié le rayonnement β émis, compte tenu du rayonnement γ. Cette valeur sera exprimée par $A_{1/2}$ (g-cm^{-2}) avec une erreur absolue, dont une limite supérieure est $\pm 0,003$ g-cm^{-2}.

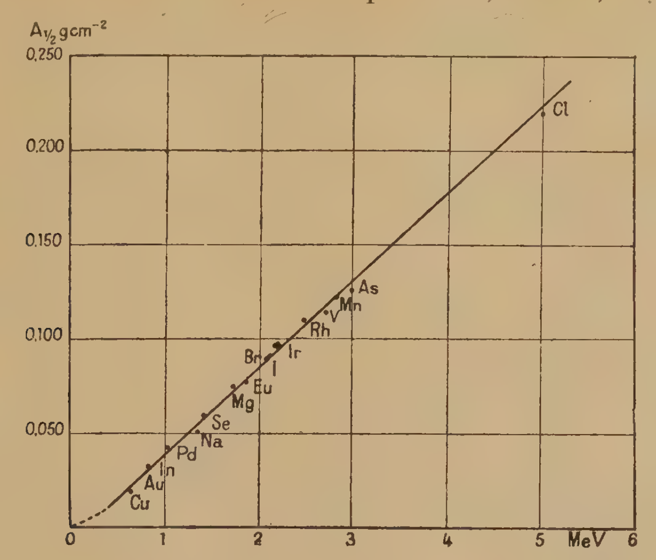
D'autre part, nous avons pour l'énergie des différents rayonnements des valeurs données par divers auteurs. Nous n'avons tenu compte que des valeurs les plus récentes de l'énergie maximum donnée par inspection. L'énergie maximum des rayonnements étudiés varie, dans de larges limites, de 0,6 MeV à 5 MeV.

Les corps étudiés sont les suivants :

	Période.		Période.		Période.		Période.
$^{24}_{11}$Na.....	14,8 h	$^{76}_{33}$As....	26,7 h	$^{122}_{51}$Sb....	2,6 j	$^{182}_{73}$Ta....	99 j
$^{27}_{12}$Mg....	10,0 m	$^{81}_{34}$Se....	19 m	$^{128}_{53}$I.....	25 m	$^{187}_{74}$W....	24 h
$^{38}_{17}$Cl.....	37,5 m	$^{80}_{35}$Br....	18,5 m	$^{139}_{56}$Ba....	1,45 h	$^{191}_{76}$Os....	1,4 j
$^{52}_{23}$V.....	3,75 m	$^{104}_{45}$Rh...	4,4 m	$^{140}_{57}$La....	1,7 j	$^{194}_{77}$Ir....	19,5 h
$^{56}_{25}$Mn....	2,6 h	$^{109}_{46}$Pd...	13 h	$^{142}_{59}$Pr....	19 h	$^{198}_{79}$Au....	2,7 j
$^{64}_{29}$Cu....	12,8 h	$^{108}_{47}$Ag...	2,5 m	$^{151}_{62}$Sm...	1,9 j		
$^{66}_{29}$Cu....	5 m	$^{116}_{49}$In...	57 m	$^{152}_{63}$Eu...	9,4 h		

(1) Séance du 17 avril 1944.

Si nous portons (*fig.* 1) en abscisses les valeurs des énergies et en ordonnée $A_{1/2}$, on voit que, dans les conditions de nos expériences, entre 0,6 MeV et 5 MeV,



il existe une relation linéaire entre l'énergie et la masse qui produit l'absorption de moitié :

$$E(\text{MeV}) = \frac{A_{1/2}(\text{g-cm}^{-2}) + 0,008}{0,047}.$$

D'après cette loi nous pourrons évaluer rapidement, en première approximation, l'énergie maximum d'un rayonnement β non encore étudié à la chambre Wilson. C'est ainsi que nous pouvons donner les énergies pour les corps suivants :

	Période.	$A_{1/2}$(g-cm⁻²).	E(MeV).		Période.	$A_{1/2}$.	E(MeV).
$^{66}_{29}$Cu....	5 m	0,106	2,45	$^{142}_{59}$Pr....	19 h	0,100	2,25
$^{31}_{34}$Se....	19 m	0,060	1,45	$^{151}_{62}$Sm...	1,9 j	0,024	0,7
$^{108}_{47}$Ag...	2,5 m	0,083	1,95	$^{182}_{79}$Sa....	99 j	0,081	1,9
$^{122}_{57}$Sb...	2,6 j	0,067	1,6	$^{187}_{74}$W....	24 h	0,050	1,25
$^{139}_{56}$Ba...	1,45 h	0,106	2,4	$^{191}_{76}$Os....	1,4 j	0,058	1,4
$^{140}_{57}$La...	1,7 j	0,065	1,6				

D'autre part différents auteurs (2) ont donné la relation linéaire entre l'énergie et le parcours R; la plus récente valeur des coefficients, donnée par Sargent (3), est

$$E = \frac{R + 0,094}{0,526} \quad \text{pour } E > 0,6 \text{ MeV}.$$

Il est à remarquer qu'il existe une relation entre le parcours R et l'absorption de moitié $A_{1/2}$, $R = 11\ A_{1/2}$.

(2) SARGENT, *Trans. Roy. Soc. Canada*, **22**, 1928, p. 179; FEATHER, *Phys. Rev.*, **35**, 1930, p. 1559.
(3) *Canad. J. Research.*, **17**, 1939, pp. 103-105.

Pour utiliser cette méthode de détermination des énergies en fonction de $A_{1/2}$, avec d'autres conditions de mesure, il suffit de faire un étalonnage avec trois corps convenablement choisis, Au, I, Cl, par exemple. (Deux points suffiraient en principe, mais il est préférable de vérifier que la courbe d'étalonnage est bien une droite.)

COLLOÏDES. — *Poids équivalent et courbe de titration des gélatines.* Note [1] de M. **Albert Rousselot**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Nous avons étudié deux gélatines A et B, de la Compagnie Centrale Rousselot, dont les points isoélectriques, déterminés par microélectrophorèse [2] sont respectivement de 4,7 et 7,7.

Les poids équivalents sont mesurés par combinaison avec de l'acide chlorhydrique ou de la potasse, en utilisant les méthodes conductimétriques [3] et potentiométriques [4] décrites par Hitchcock. Ceux-ci sont respectivement de 1190 et 900 pour les gélatines A et B combinées avec l'acide chlorhydrique. Du côté alcalin, on obtient 1240 et 2700. Il a été vérifié que, en accord avec la théorie, ces chiffres ne dépendent pas de la nature de l'acide et de la base employés.

Les courbes de titration, c'est-à-dire les représentations graphiques de la variation du pH d'une solution de gélatine à 2 % contenant des quantités variables d'acide chlorhydrique ou de potasse, sont représentées sur la figure ci-après. Le pH est mesuré à 35°C à l'électrode de verre, et immédiatement après l'addition des réactifs de façon à éviter la réaction secondaire [5].

L'analyse de ces courbes suivant la méthode d'Ettisch [5] permet de déterminer les coefficients de dissociation des différents groupes ionogènes de la molécule, et le nombre de ceux-ci.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau suivant, où l'on a noté le nombre et la nature des groupes contenus dans 1g de gélatine, et leur pK calculé suivant la conception de l'ion mixte de Bjerrum.

Gélatine A.		Gélatine B.			
Nombre et nature des groupes.	pK.	Nombre et nature des groupes.	pK.	Nombre et nature des groupes.	pK.
$0{,}81 \cdot 10^{-3}$ acide...	3,9	$0{,}13 \cdot 10^{-3}$ acide...	6,5	$0{,}08 \cdot 10^{-3}$ basique.	4,8
0,41 » basique.	5,4	0,41 » » ...	4,6	0,29 » » .	3,1
0,41 » » ..	3,5	0,50 » » ...	3,1		

(1) Séance du 10 janvier 1944.

(2) *Sci. et Ind. Photog.*, **12**, 1941, p. 193.

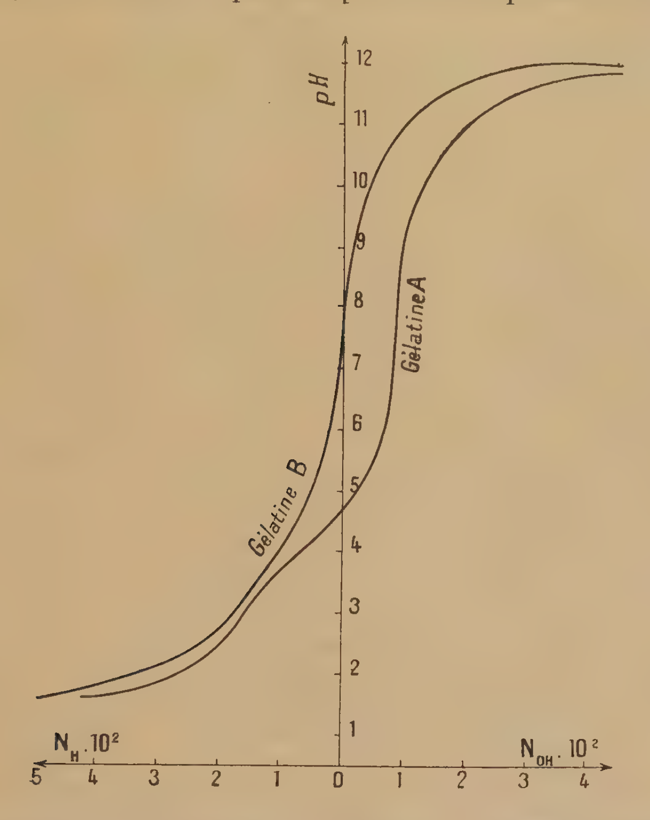
(3) *J. Gen. Physiol.*, **6**. 1924, p. 201.

(4) *J. Gen. Physiol.*, **6**, 1924, p. 95.

(5) Ettisch et Schulze, *Z. phys. Chem.*, **164**, 1933, p. 97.

Contrairement à ce qu'ont pu faire Ettisch et ses collaborateurs pour la sérumalbumine et la sérumglobuline, aucun des pK ainsi déterminés ne peut être identifié avec ceux des aminoacides constituant la molécule de gélatine.

Cette impossibilité est d'ailleurs confirmée par certaines déterminations que nous avons effectuées sur des mélanges d'aminoacides. Par exemple, un mélange équimoléculaire d'acide β-aminopropionique (pK_a 3,58) et d'acide α-pyrrolidine carboxylique (pK_a 1,9) possède un pK unique de 2,8, soit sensiblement la moyenne arithmétique des pK des composants. Cette valeur ne



correspond pas à celle du dipeptide, qui, pour être obtenu, nécessite d'ailleurs d'énergiques moyens de condensation. Comme d'autre part l'analyse de la courbe de titration de ce mélange, toujours effectuée selon la méthode d'Ettisch, montre bien qu'il existe deux groupements carboxyle, il faut en conclure que, dans le mélange de deux aminoacides, il y a interaction entre ces deux groupes, qui tend à équilibrer leur force, donc à leur donner des pK identiques.

Il n'en est pas de même dans le cas de la gélatine, car alors les groupes ionogènes sont fixés à l'extrémité de longues chaînes polypeptidiques de longueur variable, et leur éloignement empêche la dissimulation de leurs caractères.

En conclusion, l'analyse des courbes de titration de la gélatine selon la

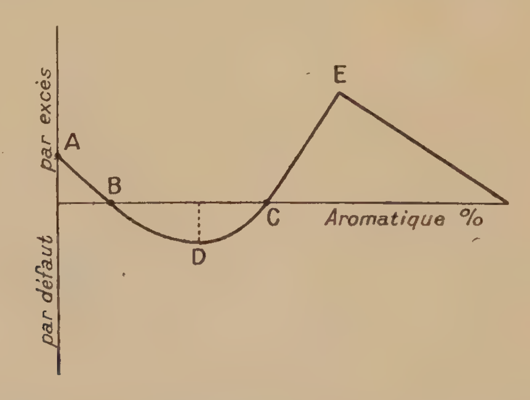
méthode d'Ettisch permet de mettre en évidence le caractère d'ampholyte multivalent de ce corps, et de déterminer le nombre et la constante de dissociation de chaque groupe ionogène. Par contre, aucune indication sur la constitution chimique de la molécule ne peut en être déduite.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Le nitrométhane utilisé comme liquide d'extraction des carbures aromatiques contenus dans les huiles minérales.* Note (1) de M. **Nguyen Quang Trinh.**

Pour le dosage rapide des dérivés aromatiques dans les mélanges de carbures, divers solvants sélectifs ont été préconisés : le furfurol, l'acide lévulique, la phénylhydrazine, l'anhydride acétique pur ou contenant de l'acide sulfoacétique, le sulfate diméthylique ou diéthylique, l'aniline pure ou saturée d'eau (2).

Parmi ces corps, les uns sont dangereux ou difficiles à manier, les autres ne sont pas ou ne sont pas encore fabricables industriellement. Le nitrométhane, qui ne semble pas avoir été utilisé jusqu'ici à cette fin, présente l'avantage d'être inoffensif et relativement bon marché (3). En effet les améliorations apportées au procédé de Steinkopff et Kirchoff (4) ainsi qu'à celui de von Walden (5) pourraient le rendre un corps industriel.

Pour le nitrométhane comme pour les autres solvants sélectifs, il n'existe pas



évidemment de coefficient de partage rigoureusement nul ou infini, surtout que les carbures aromatiques sont très facilement miscibles aux carbures saturés, ils entraînent ceux-ci avec eux. La structure des carbures gras et aromatiques intervient dans cet entraînement. Des diagrammes ternaires de démixtion en coordonnées volumétriques et pondérales ont été tracés (2). Ils montrent, par

(1) Séance du 24 avril 1944.

(2) Nguyen Quang Trinh, *Thèse*, Paris, 1943.

(3) Dupire, *Note au Comité scientifique des poudres et explosifs*, 1937.

(4) *Ber. d. chem. Ges.*, **42**, 1909, p. 3438.

(5) *Ber. d. chem. Ges.*, **40**, 1907, p. 3216.

exemple, que le nitrométhane est miscible en toutes proportions aux mélanges heptane-benzène à 73 °/₀ en volume de benzène et aux mélanges huile de vaseline-benzène à 96 °/₀ en volume de benzène, et que, si l'on opère l'extraction avec un volume de nitrométhane égal au volume de mélange hydrocarboné, les teneurs au delà desquelles la méthode donne toujours 100 °/₀ d'aromatiques correspondant dans le premier cas à 65 °/₀ et le second cas à 93,5 °/₀ de benzène. Si l'on détermine la perte de volume de la couche légère et qu'on compare avec le pourcentage réel d'aromatiques, on a des courbes de l'allure suivante, donnant l'erreur introduite en plus ou en moins. Le taux réel d'aromatiques est porté en abscisses et l'erreur en ordonnées. Les indices *p*, *h*, *v* correspondant au pentane, à l'heptane et à l'huile de vaseline, les différents points A, B, C, D, E ont pour coordonnées :

Aromatique...	A_p.	A_h.	A_v.	B_p.	B_h.	B_v.	C_p.	C_h.	C_v.	D_p.	D_h.	D_v.	E_p.	E_h.	E_v.
Benzène....	–	–	–	17	20	2	34	47,5	85	26	37	50	62	65	93,5
	8,7	9	1	–	–	–	–	–	–	–2	–4	–5	38	35	6,5
Pseudocumène....	–	–	–	16	13	–	86	88	–	69	70	–	87	89	–
	8,7	9	–	–	–	–	–	–	–	–30	–31	–	13	11	–
[Cyclohexane]..	–	–	–	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

On peut donc tirer les conclusions suivantes :

le nitrométhane, en association avec l'heptane et le benzène, donne lieu à des erreurs ne dépassant pas 15 °/₀ pour des concentrations moyennes de benzène inférieures à 50 °/₀;

les aromatiques de grand poids moléculaire augmentent l'erreur par défaut jusqu'à 45 °/₀;

avec les paraffines lourdes, on commet au maximum des erreurs de 10 °/₀ et par défaut jusqu'aux très fortes concentrations en aromatiques;

avec les cycloparaffiniques considérés comme aromatiques, on observe un accroissement presque rectiligne de l'erreur par défaut en fonction de la concentration réelle en cycloparaffiniques.

Ainsi, en excluant le cas des cycloparaffiniques et des aromatiques à poids moléculaire élevé, le nitrométhane se présente comme un solvant d'extraction très convenable. Il donne du reste lieu à des erreurs d'évaluation plus faibles qu'avec l'aniline (2) ou le sulfate de méthyle (6).

Pour voir si un plus grand nombre de radicaux NO^2 ne diminue pas la solubilité du nitrométhane dans les paraffines, nous avons préparé du tétranitrométhane par action de l'acide azotique sur de l'acide acétique et de l'anhydride acétique (7). Au bout de cinq jours nous avons obtenu du tétra-

(6) PASCAL et MARIE-LOUISE QUINET, *Comptes rendus*, 211, 1940, p. 193.

(7) BERGER, *Bull. Soc. Chim.*, 9, 1911, p. 28.

nitrométhane qui, distillé, admet comme constantes D_{16° 1,625, E 124-124,5. Il est miscible aux carbures aromatiques, au pentane, à l'heptane et à l'huile de vaseline.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition catalytique du chlorure d'acétyle et du chlorure de benzoyle en présence de glucine.* Note de M. **Jean Besson**, présentée par M. Paul Lebeau.

L'action réductrice et chlorurante du chlorure d'acétyle liquide sur les oxydes métalliques, signalée d'abord par Gal ([1]), puis par Lachovitz ([2]), a été étudiée récemment par Chrétien et Œchsel ([3]), qui ont préparé par ce moyen des chlorures métalliques supérieurs.

Ayant en vue la préparation de chlorure de glucinium anhydre, j'ai essayé, sans succès, d'appliquer cette méthode au cas de la glucine. J'ai alors étudié l'action des vapeurs de chlorure d'acétyle sur cet oxyde, entre 100° et 700°, à l'abri de l'air et de l'humidité. Cette étude m'a conduit à une décomposition catalytique du chlorure d'acétyle très particulière et jamais signalée jusqu'à présent. En voici les résultats :

1° On n'observe pas la formation de chlorure de glucinium;

2° A partir de 200° et jusqu'à 700° environ, le chlorure d'acétyle récupéré contient une petite quantité d'anhydride acétique, identifié par son point d'ébullition à 139°. Cette quantité atteint 10 % à 450°;

3° En même temps la glucine, après réaction, est intimement mêlée de carbone. Le poids de carbone déposé est sensiblement proportionnel à la quantité d'anhydride formée;

4° A cette décomposition catalytique, se superpose, à partir de 400°, la décomposition thermique ordinaire, qui est complète vers 700°. Cette décomposition thermique, étudiée par Joïst et Lœb ([4]) et par Mailhe ([5]), conduit seulement à CO, ClH et C^2H^4; et, en présence de nickel, à CO, ClH et H^2, mais jamais à de l'anhydride acétique. J'ai d'ailleurs vérifié qu'en l'absence de glucine cet anhydride ne se forme pas. Il s'agit donc bien de deux phénomènes différents.

Après avoir terminé les recherches exposées ci-dessus, j'ai eu connaissance d'un travail de Mailhe et de Godon ([6]) concernant une décomposition catalytique du chlorure de benzoyle très analogue à celle que j'ai étudiée pour le chlorure d'acétyle : par passage sur des chlorures métalliques, ces auteurs

---

([1]) *Comptes rendus*, 56, 1863, p. 360.

([2]) *Ber. d. chem. Ges.*, 17, 1884, p. 1283.

([3]) Chrétien et Œchsel, *Comptes rendas*, 206, 1938, p. 254; Œchsel, *Thèse*, Strasbourg, 1938.

([4]) *Z. Electr. Chem.*, 11, 1905, p. 941.

([5]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1111.

([6]) *Bull. Soc. Chim.*, 19,, 1916, p. 449.

obtiennent, à 450°, jusqu'à 40 % d'anhydride benzoïque avec dépôt de carbone sur le catalyseur et dégagement de CO et ClH. Ils ne donnent d'ailleurs aucune interprétation d'une telle décomposition.

J'ai alors répété leurs expériences avec la glucine. Le résultat a été analogue : on observe toujours un fort dégagement d'acide chlorhydrique; la glucine, après expérience, est recouverte de carbone et le chlorure de benzoyle récupéré contient de l'anhydride benzoïque, identifié par son point de fusion à 42°. Toutefois, pour des quantités d'anhydride du même ordre, le dépôt de carbone est beaucoup plus important qu'avec le chlorure d'acétyle. Dans les deux cas la proportionnalité du poids de carbone déposé à celui d'anhydride formé conduit à penser qu'une molécule de chlorure d'acide se détruit complètement, et que son oxygène sert, avec deux autres molécules de chlorure, à former une molécule d'anhydride, suivant la réaction

$$3\,CH^3COCl \rightarrow 2C + 3\,ClH + (CH^3CO)^2O.$$

En résumé, le chlorure d'acétyle et le chlorure de benzoyle subissent au contact de la glucine, entre 300 et 500°, une décomposition catalytique avec dépôt de carbone sur le catalyseur, dégagement de ClH, et formation de l'anhydride correspondant. Cette décomposition, nettement distincte de la décomposition thermique simple, comporterait intermédiairement la destruction totale d'une partie du chlorure mis en œuvre.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *La réflexion des radiations de grande longueur d'onde par les plantes de haute montagne*. Note (1) de M. **Fernand Obaton**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Les feuilles des végétaux de la plaine réfléchissent inégalement les rayons infrarouges. Les plantes qui ont le coefficient de réflexion le plus élevé sont également celles qui, par leur exposition normale à la lumière solaire directe, sont soumises à un rayonnement le plus intense. On peut se demander comment se comportent les plantes de haute montagne qui se développent avec le maximum de lumière.

Nos expériences ont porté sur 33 espèces vivant au Pic du Midi de Bigorre entre 2750 et 2877^m d'altitude. La technique employée pour les mesures a été indiquée précédemment. Dans le tableau ci-dessous on trouvera pour un certain nombre d'espèces le coefficient de réflexion des radiations comprises entre 0$^\mu$,700 et 0$^\mu$,870 rapporté à l'unité.

Iberis spathulata Berg..........	0,20	*Erigeron uniflorus* L..........	0,34
Arenaria ciliata L..............	0,30	*Taraxacum officinale* Wiggers...	0,30
Anthyllis montana L...........	0,27	*Phyteuma hemisphæricum* L....	0,32
Oxytropis campestris D. C......	0,25	*Gentiana verna* L...............	0,31
Epilobium alpinum L..........	0,28	*Botrychium lunaria* Sw........	0,21
Sedum atratum L..............	0,21	*Mnium* sp....................	0,10

(1) Séance du 24 avril 1944.

Ces valeurs sont en général deux fois plus élevées que celles qui ont été obtenues pour les plantes de plaine ([2]). En montagne une Mousse a, comme en plaine, un pouvoir réflecteur moindre qu'une phanérogame. Le rapport entre les coefficients pour les deux groupes de plantes est plus faible en montagne : 2,5 au lieu de 4.

Nous avons noté, à basse altitude, une diminution du pouvoir réflecteur chez les végétaux vivant à une lumière moins intense. Il en est de même en général en haute montagne. Une feuille de *Salix retusa* L., qui s'est développée en pleine lumière, réfléchit 27 °/₀ des rayons infrarouges incidents, et une feuille d'un individu végétant dans une fente de rocher, 22 °/₀. Pour *Poa alpina* L. les coefficients sont respectivement 0,32 et 0,30.

La différence d'intensité de la lumière incidente, mesurée par les méthodes habituelles, est-elle suffisante pour expliquer les variations de l'indice de réflexion? Le coefficient moyen ([3]) de la transmission atmosphérique est, pour une longueur d'onde de $0^{\mu},700$ et une altitude de 127^{m}, 0,839, et pour une altitude de 4420^{m}, 0,964. Mais cette valeur a été déterminée dans des conditions particulièrement favorables et exceptionnelles. En plaine cette valeur subit un affaiblissement par la présence de vapeur d'eau et de particules en suspension : le facteur de trouble, dont le taux en été, à 127^{m}, est 3,30, alors qu'à 1780^{m} il est 2,13. Le coefficient de réflexion, deux fois plus grand en montagne, semble ne pas être proportionnel à l'augmentation de la transparence de l'atmosphère. Il y aurait lieu de faire intervenir également la durée de l'insolation et l'angle solide sous lequel la plante reçoit la lumière. Une *mesure globale de la radiation* dans le site de chaque plante pendant le cours de sa végétation permettra de caractériser un nouveau facteur complexe que l'on pourrait appeler le *facteur de site*. Beaucoup plus important en montagne qu'en plaine, il rendra mieux compte des différences observées.

R. Willstätter et A. Stoll ([4]) ont émis une hypothèse pour expliquer la réflexion des radiations par les feuilles. Ils supposent qu'elles traversent l'épiderme et le parenchyme palissadique et qu'elles se diffusent dans le parenchyme lacuneux où elles se réfléchissent, pouvant même être renvoyées vers leur source. Nos expériences sur les plantes de plaine et de montagne ne nous permettent pas de nous rallier à cette opinion, car, ainsi que l'a montré Gaston Bonnier ([5]), les feuilles des plantes de haute altitude ont toujours un parenchyme palissadique deux à trois fois plus développé et un parenchyme lacuneux relativement plus réduit que les feuilles de la même espèce cultivée en plaine. Or le parenchyme

---

([2]) *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 621.

([3]) Ch. Maurain, *Étude pratique des rayonnements solaire, atmosphérique et terrestre*, Paris, 1937, p. 42.

([4]) *Untersuchungen über Chlorophyll*, Berlin, 1913.

([5]) *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 7ᵉ série, **20**, 1895, p. 217.

palissadique est considéré comme transparent et le lacuneux, réfléchissant, dans l'hypothèse de Willstätter et Stoll.

Les épidermes des plantes de montagne sont fréquemment garnis de poils, et ce revêtement qui rend les feuilles blanchâtres serait peut être susceptible de réfléchir les radiations de grande longueur d'onde. Les exemples suivants montrent qu'il n'en est rien :

	Feuille	Coefficient.
Hutchinsia alpina R. Br.	pubescente	0,26
Myosotis pyrenaica Pourr.	velue	0,26
Carduus carlinoides Gouan	laineuse	0,28
Linaria alpina Mill.	glâbre	0,29
Galium pyrenaicum Gouan	»	0,26
Poa alpina L.	»	0,32

Aucun des tissus de la feuille, ni l'épiderme et ses annexes, le parenchyme palissadique, considéré comme peu réflecteur en raison de la transparence de la chlorophylle *in vitro*, ni le parenchyme lacuneux, plus réduit en montagne qu'en plaine, ne semble donc être le siège particulier de la réflexion des radiations infrarouges. Il faut supposer que, sous l'influence du climat de la haute montagne, chacun de ces tissus subit des modifications, notamment dans les parois de ses cellules, qui lui confèrent la propriété de réfléchir d'une façon deux fois plus intense les radiations de grande longueur d'onde.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports entre l'économie en eau et l'enroulement des feuilles de Graminées.* Note (1) de M. **Georges Lemée**, présentée par M. Louis Blaringhem.

L'enroulement qui accompagne la déshydratation des feuilles de nombreuses Graminées présente, avec leur bilan hydrique, des relations que nous avons cherché à préciser. Onze espèces appartenant à neuf genres différents ont été expérimentées sur des pieds préalablement hydratés au maximum par un séjour de 48 heures en milieu saturé. Les conclusions suivantes peuvent être formulées.

1. Pour une même feuille un même état de l'enroulement se produit toujours pour un contenu en eau identique, quelles que soient les conditions extérieures. Une conséquence de cette observation est que l'on peut suivre les variations quantitatives de l'hydratation des feuilles de Graminées en mesurant leur degré de fermeture.

2. Par contre la marche de la fermeture par rapport à l'hydratation diffère d'une feuille à l'autre; en particulier, la fermeture totale est atteinte pour un pourcentage d'eau plus élevé chez les feuilles jeunes, par suite d'une moins grande rigidité des membranes. Les différences restant faibles entre feuilles adultes d'une même espèce, on peut classer les espèces en plusieurs groupes :

(1) Séance du 24 avril 1944.

1° Graminées réalisant la fermeture complète de leurs feuilles pour un contenu élevé en eau : *Nardus stricta* L. (85 à 93 °/₀ du contenu à saturation), *Poa violacea* Bell. (85 à 90 °/₀), *Festuca ovina* L. ssp. *eu-ovina* Hack. var. *duriuscula* (L.) Koch (dét. R. de Litardière) (75 à 91 °/₀);

2° Graminées dont les feuilles sont complètement enroulées pour une déshydratation moyenne : *Brachypodium pinnatum* P. B. (65 à 75 °/₀), *Agropyrum repens* P. B. (60 à 67 °/₀), *Festuca spadicea* L. (57 à 70 °/₀), *Avena pratensis* L. (56 à 68 °/₀), *Molinia cærulea* Mœnch (54 à 74 °/₀), *Poa pratensis* L. var. *angustifolia* (L.) Sm. (dét. R. de Litardière) (47 à 72 °/₀);

3° Graminées dont la fermeture complète ne se produit que pour une forte déshydratation : *Deschampsia cæspitosa* P. B. (35 à 50 °/₀), *Kœleria gracilis* Asch. et Gr. (35 à 45 °/₀).

Dans ces trois groupes, l'enroulement complet est atteint avant le point critique de fanaison permanente.

3. La vitesse de l'enroulement est fonction de celle de la déshydratation ainsi que du contenu en eau pour lequel s'effectue la fermeture. Elle varie donc beaucoup selon les feuilles et les espèces. Les feuilles de *Nardus*, qui ont été considérées à tort comme immobiles, se ferment en 6 à 11 minutes à une température de 18-20° et sous une humidité relative de 60 °/₀. Dans les mêmes conditions les feuilles adultes des autres espèces étudiées se ferment en plus d'une heure, celles de *Kœleria cristata*, les plus lentes, en plus de 12 heures.

4. Le degré de déshydratation réglant la fermeture du limbe, celle-ci agit à son tour sur les pertes d'eau par transpiration. Ce rôle a été établi en faisant, sur chaque feuille, deux séries de mesures, l'une en laissant les mouvements se produire librement, l'autre en les entravant par deux procédés différents : 1° les feuilles, dont le limbe est plan en turgescence maximum, ont été maintenues ouvertes par fixation entre deux rangs d'épingles fines; 2° les feuilles restant pliées en gouttière à saturation ont eu leur ouverture obturée par de la vaseline, ou ont été fermées à force. En aucun cas nous n'avons observé de lésions des cellules. La déshydratation étant plus rapide dans le cas des feuilles maintenues ouvertes, on doit comparer son intensité, non après le même temps d'expérience, mais pour des teneurs en eau sensiblement équivalentes.

On constate alors que le taux de transpiration se réduit de plus en plus au cours de l'enroulement par rapport à celui des feuilles maintenues ouvertes. Lorsque les feuilles sont complètement fermées, ce taux est réduit dans les proportions moyennes suivantes : 65 °/₀ pour *Molinia cærulea*, 54 °/₀ pour *Poa pratensis* var. *angustifolia*, 46 °/₀ pour *Avena pratensis*, 43 °/₀ pour *Nardus stricta*, 41 °/₀ pour *Agropyrum repens*, 38 °/₀ pour *Brachypodium pinnatum*, 24 °/₀ pour *Festuca duriuscula*.

Ainsi l'enroulement des feuilles de Graminées amène une *réduction sensible des pertes d'eau par transpiration*, mais cette réduction est très différente selon

les espèces. Des mesures comparatives faites avec des feuilles enduites de vaseline sur une seule face ont montré que la réduction de transpiration par enroulement est d'autant plus grande que la protection offerte par les deux faces est plus inégale; cette inégalité montre elle-même des rapports étroits avec des différences morphologiques dans la structure de l'épiderme, l'épaisseur de ses membranes, la répartition des fibres hypodermiques. Ainsi le limbe de *Molinia cærulea*, pour lequel le rôle de l'enroulement est le moins apparent, a ses deux faces presque semblables, alors que celui de *Festuca duriuscula*, le plus favorisé par la fermeture, montre les plus grandes différences entre ses faces.

En outre la fermeture du limbe est plus ou moins parfaite selon les espèces; celles dont les bandes bulliformes sont réparties sur toute la surface du limbe subissent un enroulement simultané de toute cette surface et les bords ne se juxtaposent pas.

Parmi les facteurs physiologiques de la transpiration, les mouvements stomatiques n'entrent pas ici en jeu, car (à l'exception de *Nardus*) ceux-ci sont clos lorsque la fermeture survient, comme nous l'ont montré des observations directes et par la méthode d'infiltration de Molisch. Cependant, sur les quatre espèces qui possèdent des stomates sur la face externe, trois sont celles dont l'enroulement diminue le moins la transpiration; mais la présence des stomates étant liée aux épidermes peu différenciés et à l'absence de fibres hypodermiques, il semble que ce soient ces derniers caractères qui maintiennent à la feuille une transpiration notable après fermeture de sa face interne, et non la présence de stomates sur la face externe.

CHIMIE AGRICOLE. — *Comparaison entre l'influence d'un mouillage préalable de particules de terres, par divers liquides, vis-à-vis de leur résistance au délitement dans l'eau et l'influence de ces mêmes pré-traitements sur la cohésion de la terre.* Note (1) de M. **Stéphane Hénin**, présentée par M. Maurice Javillier.

Dans le but d'étudier l'influence du mouillage d'une terre par divers liquides sur ses propriétés, j'ai mesuré la cohésion de la terre ainsi traitée.

Mode opératoire. — Un sol de limon, pauvre en matières organiques, a été broyé et passé au tamis de $0^{mm},5$; 150^{g} de ce sol ont été additionnés de 37^{cm^3} d'eau distillée, et pétris 10 minutes. Après un repos de 2 heures, on a fabriqué, par pétrissage, de petits cylindres de terre mesurant $6^{mm},3$ de diamètre moyen et $4^{cm},5$ environ de longueur. Après dessiccation à l'air et à la température du laboratoire pendant une semaine, ces cylindres ont été immergés dans le liquide utilisé en pré-traitement. Après un séjour d'une journée dans le liquide, la cohésion a été déterminée en posant les cylindres perpendiculairement à deux appuis parallèles, distants de 4^{cm}. A cet effet, un plateau de balance était suspendu au milieu du cylindre à l'aide d'un mince fil de fer. Le plateau était ensuite chargé jusqu'à

(1) Séance du 24 avril 1944.

rupture. Cette charge a été retenue comme mesure de la cohésion. Les chiffres indiqués ci-après expriment la moyenne de 20 déterminations.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Influence de l'imbibition d'une terre par divers liquides sur sa cohésion (en kg).

Liquides.	Moment électrique.	Cohésion.
Terre sèche	–	1,28
Sulfure de carbone	0	1,03
Huile de vaseline	0	0,98
Dioxane	0	0,35
Huile d'olive	?	0,53
Alcool propylique	1,64	0,01
Tétrachlorure de carbone	0	0,99
Chloroforme	1,0	0,53
Chlorure de méthylène	1,59	0,53
Nitrométhane	3,3	0,14
Benzène	0	0,75
Toluène	0,45	0,65
Chlorobenzène	1,73	0,60
Nitrobenzène	4,08	0,41
Aniline	1,51	0,14

Notons enfin que l'imbibition par l'alcool éthylique, l'acide acétique, l'aldéhyde éthylique, l'acétone, ainsi que par l'alcool propylique et le nitrométhane, a produit des fissurations plus ou moins importantes et même un délitement complet des cylindres pour les liquides qui ne sont pas énumérés dans le tableau.

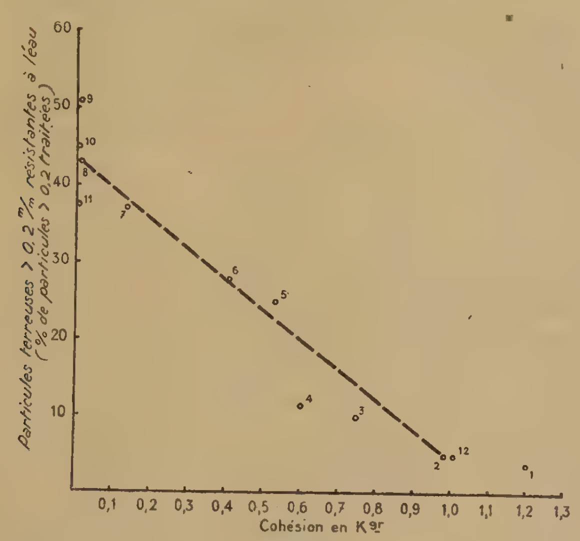
Ces expériences permettent de classer les liquides de la façon suivante : *a* liquides non polaires ou polaires, dont la polarité est due à un atome ou groupe d'atomes sans affinité spécifique pour l'eau, tels que Cl, NO^2, CO^3; pour ces corps, l'abaissement de la cohésion est relativement faible et fonction du moment électrique; *b* liquides non polaires ou polaires portant des groupes d'atomes affines pour l'eau OH, CO^2H, NH^2 etc.; abaissement considérable de la cohésion.

Ces résultats confirment ceux que nous avons obtenus antérieurement [1], en étudiant l'influence de ces mêmes liquides utilisés en prétraitement vis-à-vis de la résistance opposée ultérieurement par les agglomérats de terre traités, au délitement dans l'eau.

L'identité de ces observations nous permet de conclure que l'influence du liquide organique sur la terre est indépendante du traitement par l'eau et confirme l'action spécifique de certaines fonctions chimiques.

Le parallélisme de l'action des prétraitements sur les deux phénomènes, cohésion et éclatement, ressort plus nettement de l'examen du graphique, dans lequel la stabilité vis-à-vis de l'eau, déterminée comme il a été indiqué

dans la Note précédente ([2]), et la cohésion du sol sont portés en coordonnées. On constate qu'il existe une relation inverse entre la cohésion et la stabilité; ce n'est donc pas le maintien de la cohésion qui est cause de la stabi-



1, terre sèche; 2, CCl^4; 3, C^6H^6; 4, C^6H^5Cl; 5, $CHCl^3$; 6, $C^5H^5NO^2$; 7, CH^3NO^2; 8, CH^3COH; 9, $C^6H^5NH^2$; 10, HCH^2OH; 11, CH^3CO^2H; 12, CS^2.

lité vis-à-vis de l'eau, puisque ce sont les terres restées les plus cohérentes qui se détruisent le plus au contact de ce liquide. C'est au contraire la fixation du liquide organique par la terre qui est la cause la plus vraisemblable de la résistance ultérieure de l'échantillon ainsi traité à l'action de l'eau.

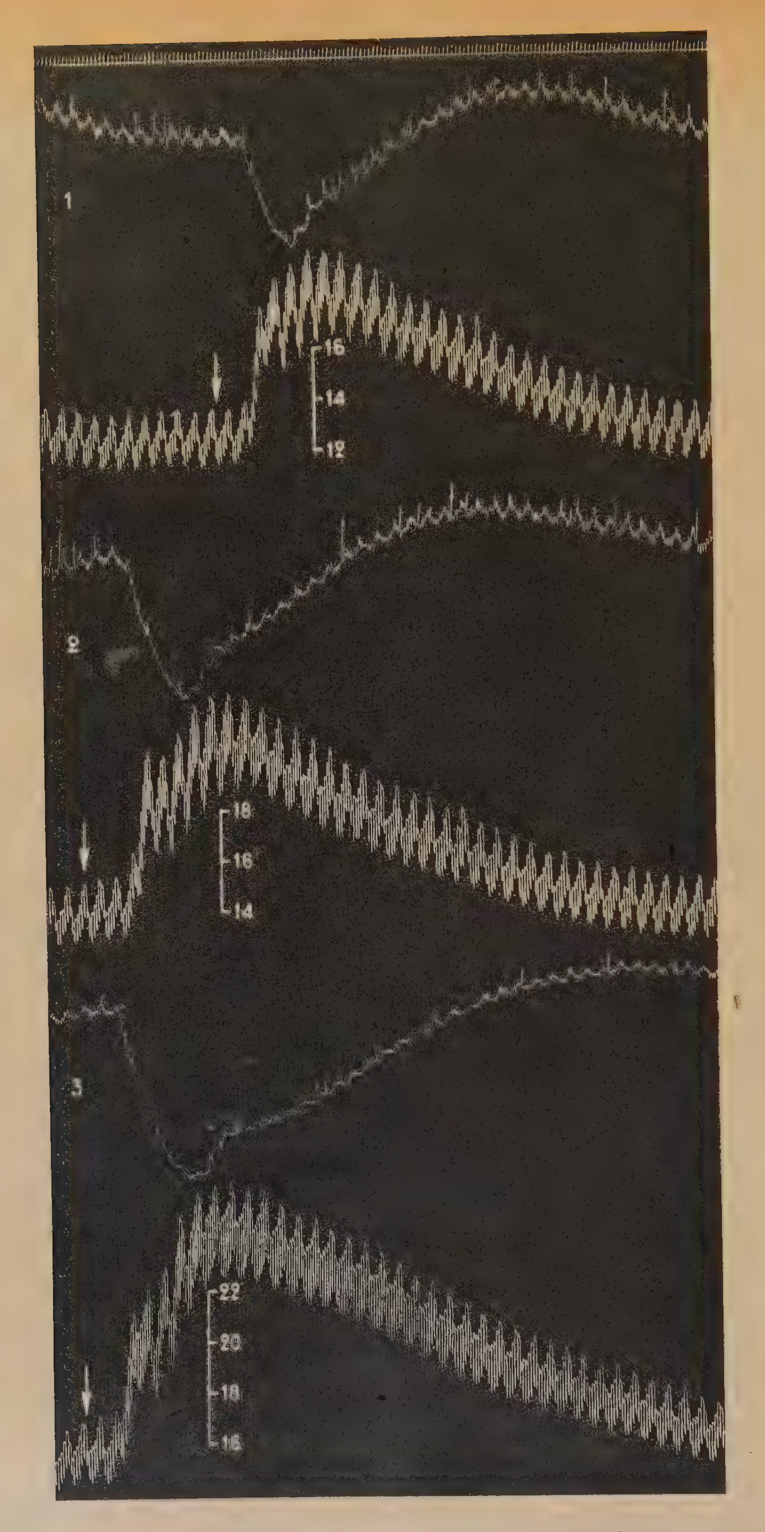
PHARMACODYNAMIE. — *Sur un nouveau sympathicosthénique.* Note ([1]) de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Considérées pendant longtemps comme douées de propriétés toniques, fébrifuges et anti-dysentériques, les écorces d'Angusture (*Galipea Cusparia* St-Hil.-Rutacées) ne sont plus utilisées que pour la préparation de boissons apéritives. Ces écorces contiennent plusieurs alcaloïdes, dont le plus abondant, la cusparine, qui appartient au groupe quinoléique et par conséquent se rapproche chimiquement des bases des quinquinas, a été tenu jusqu'ici pour physiologiquement inactif. Les expériences que nous avons faites avec une cusparine très pure, préparée et mise à notre disposition par Späth lui-même, nous ont permis d'infirmer cette assertion et de constater qu'en réalité la cusparine appartient au groupe des substances que nous avons désignées sous le nom de *sympathicosthéniques* parce qu'elles ont la propriété d'augmenter la

---

([2]) S. Hénin, *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 578.

([1]) Séance du 6 mars 1944.



Expérience du 25 février 1939. — Chien de 10^{kg}, anesthésié par le chloralose (12^{cg} par kg.), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes. 2e, 4e et 6e lignes : variations du volume du rein enregistrées au moyen de l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié. 3e, 5e et 7e lignes : modifications de la pression carotidienne enregistrées par le manomètre à mercure. Aux points marqués par des flèches, on a injecté dans la saphène, $0^{mg},005$ d'adrénaline base (sous forme de bitartrate) dissous dans $0^{cm^3},5$ de soluté physiologique de chlorure de sodium. Le chien a reçu dans les veines, entre le tracé 1 et le tracé 2, 20^{mg} de cusparine salifiée par l'acide chlorhydrique, entre les tracés 2 et 3, 40^{mg} de cusparine également salifiée. Tracés réduits de 1

sensibilité du système nerveux sympathique à ses excitants tant naturels qu'artificiels. Cette activité, que possède incontestablement la cusparine, est bien mise en évidence par les tracés ci-joints.

Au début de l'expérience, l'injection de $0^{mg},005$ d'adrénaline avait élevé la pression carotidienne de 137 à 199, soit de 62^{mm} de Hg, et provoqué une vasoconstriction rénale se traduisant par une dépression de l'oncogramme longue de 32^{mm} et profonde de 22^{mm}. Après l'administration à l'animal de 2^{mg} de cusparine par kilogramme, l'adrénaline à la même dose qu'auparavant haussa la pression carotidienne de 150 à 226, donc de 76^{mm} de Hg, et abaissa le tracé oncographique sur une longueur de 43^{mm} et avec une profondeur maximale de 28^{mm}. Enfin quand le chien eût été soumis à l'action d'une dose totale de 6^{mg} de cusparine par kilogramme, l'adrénaline, toujours à la même dose, porta la pression carotidienne de 169 à 264, c'est-à-dire à 95^{mm} au-dessus de son niveau initial et entraîna un enfoncement du tracé oncographique long de 70^{mm} et profond de 35^{mm}.

Il résulte donc de nos recherches que sur le système nerveux sympathique la cusparine agit à l'opposé des bases des quinquinas.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action antialcalosique de l'acide ascorbique (vitamine C).* Note [1] de MM. **Raoul Lecoq**, **Paul Chauchard** et Mme **Henriette Mazoué**, présentée par M. Maurice Javillier.

Quand on soumet un animal (Cobaye ou Rat) à des injections sous-cutanées ou intrapéritonéales répétées d'une substance alcalinisante (bicarbonate de sodium ou gluconate de calcium) ou d'une substance acidifiante (chlorure d'ammonium), on provoque chez cet animal l'apparition de troubles neuromusculaires décelables par la méthode chronaximétrique et caractéristiques de l'alcalose ou de l'acidose chroniques. Dans le cas de l'alcalose, on note un allongement du temps d'excitation des nerfs et une diminution du temps d'excitation des muscles; dans le cas de l'acidose, les résultats sont inversés [2]. Des modifications chronaxiques analogues à celles de l'alcalose s'observent précisément dans certaines avitaminoses : rachitisme [3] et scorbut [4], maladies dans l'évolution desquelles le trouble alcalosique a été démontré dans le cas du rachitisme [5], et semble probable dans le cas du scorbut [6].

La mise en évidence d'un scorbut précoce et transitoire chez le Rat, rapidement compensé par la synthèse spontanée de vitamine C dans l'organisme, fut obtenue grâce à l'emploi exclusif d'un régime scorbutigène habituellement

---

(1) Séance du 24 avril 1944.

(2) B. et P. Chauchard, H. Mazoué et R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 1943, p. 402.

(3) R. Lecoq, P. Chauchard et H. Mazoué, *Bull. Acad. Méd.*, **127**, 1943, p. 348.

(4) B. et P. Chauchard, *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 1943, p. 135; R. Lecoq, P. Chauchard et H. Mazoué, *Rev. Pathol. comp. et Hyg. gén.*, **44**, 1944, nos 553-554.

(5) R. Lecoq, *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 938; **216**, 1943, p. 503.

(6) L. Randoin, A. Raffy et L. Aguirrezabala, *C. R. Soc. Biol.*, **124**, 1937, p. 621.

donné au Cobaye ([7]). Nous avons pu également constater que les troubles chronaximétriques, empêchés par l'ingestion ou l'injection d'acide ascorbique, n'étaient pas directement liés à l'avitaminose C, mais devaient être attribués à la présence dans le régime de lactate de calcium, sel doué de propriétés alcalogènes ([8]). Aussi avons-nous pensé qu'il serait intéressant de rechercher l'action de l'acide ascorbique dans les cas d'alcalose chronique purs où l'avitaminose C n'intervient pas.

Dans ce but nous avons soumis des Rats à des injections trihebdomadaires de $1^{cg},25$ de carbonate acide de sodium (en soluté isotonique) ou de 10^{cg} de gluconate de calcium (en solution aqueuse sursaturée à 10 %). Conjointement à ces injections, et de même par voie intrapéritonéale, mais séparément, nous avons introduit 5^{mg} d'acide ascorbique, sous la forme neutre d'ascorbate de sodium, éliminant ainsi la fonction acide (d'action beaucoup trop générale) pour ne retenir que la nature chimique propre de l'acide salifié. Par ailleurs, les Rats recevaient un régime naturel varié abondant.

Dans les conditions décrites, les temps d'excitation neuromusculaire (avec quelques fluctuations) restent sensiblement normaux. Il suffit par contre de supprimer l'adjonction d'ascorbate pour qu'apparaisse le tableau chronaxique typique de l'alcalose chronique (temps d'excitation nerveuse augmentés et temps d'excitation musculaire diminués) qui se maintient jusqu'à ce qu'une addition nouvelle d'ascorbate rétablisse en quelques jours les chiffres normaux. Ainsi, qu'il soit donné à titre préventif ou curatif, l'ascorbate de sodium se montre tout aussi actif. Voici quelques mesures des temps d'excitation, exprimés en capacité chronaxique (mμF), qui viennent à l'appui de ces résultats :

	Bicarbonate de sodium.			Gluconate de calcium.		
	Nerfs.		Muscles.	Nerfs.		Muscles.
	Extension.	Flexion.	Flexion.	Extension.	Flexion.	Flexion.
Avant la 1re injection	20	40	50	20	40	50
Avant la 6e injection	25	40	50	20	40	50
Suppression des injections d'ascorbate de sodium.						
Avant la 10e (bicarbonate) ou la 8e injection (gluconate).	70	90	20	70	90	25
Reprise des injections d'ascorbate de sodium.						
Trois jours plus tard	22	42	55	25	40	50

L'injection d'une dose plus élevée d'ascorbate (correspondant à 5^{cg} d'acide ascorbique) assure également une protection de l'animal contre les troubles chronaximétriques de l'alcalose, bien qu'à cette dose l'acide ascorbique agisse

([7]) J. Lopez-Lomba et L. Randoin, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1003.

([8]) P. Chauchard, H. Mazoué et R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, **138**, 1944, p. 221.

sur les animaux normaux en entraînant des modifications de l'excitabilité neuromusculaire analogues à celles des substances alcalinisantes ([9]).

Les injections concomitantes d'une substance acidifiante (telle que le chlorure d'ammonium) et d'acide ascorbique salifié aux doses de 5^{mg} ou de 5^{cg} montrent que l'acide ascorbique ne corrige aucunement les perturbations chronaxiques de l'acidose chronique. Au contraire sa présence les rend un peu plus précoces, l'action acidosique de l'ascorbate de sodium surajoutant ses effets.

Conclusions. — Utilisé sous la forme d'ascorbate de sodium, l'acide ascorbique se montre doué d'une action acidosique ou antialcalosique nette, qui se manifeste par la prévention ou la suppression rapide des troubles chronaxiques de l'alcalose chronique, expérimentalement provoquée chez le Rat au moyen d'injections trihebdomadaires de bicarbonate de sodium ou de gluconate de calcium. Dans les mêmes conditions, les troubles de l'acidose chronique dus au chlorure d'ammonium se trouvent accélérés dans leur apparition.

Le scorbut paraissant exiger pour se manifester un terrain alcalosique, on peut se demander si l'action acidosique de l'acide ascorbique précédemment observée n'est pas celle qu'il exerce comme vitamine antiscorbutique. Ainsi cette vitamine agirait sur l'état de carence en combattant le facteur de révélation et se comporterait, dans tous les cas, comme un agent excitant du système nerveux. L'action pharmacologique de l'acide ascorbique ([10]) s'en trouverait à la fois simplifiée et généralisée.

La séance est levée à 15^h30^m.

A. Lx.

([9]) P. Chauchard, *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 1943, p. 429.
([10]) P. Chauchard, *C. R. Soc. Biol.*, **135**, 1941, p. 1574.

ERRATA.

—

(Séance du 4 janvier 1944.)

Note de M. *Raymond-Hamet*, Sur les effets tenseurs et respiratoires de la bufoténine basique dissoute dans le diméthyl-acétonyl-carbinol :

Page 56, ligne 9, *au lieu de* soluté physiologique de chlorure de sodium, *lire* diméthyl-acétonyl-carbinol.

(Séance du 6 mars 1944.)

Note de M. *Raymond-Hamet*, Production d'un nouveau type de poisons du système nerveux sympathique par iodométhylation d'un sympathicolytique :

Page 425, ligne 20, *au lieu de* sensiblement, *lire* semblablement.
Page 426, ligne 7 de la légende, *lire* l'une de 120^{mg}, l'autre de 180^{mg}....